ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 AVRIL 1939.

PRÉSIDENCE DE M. AUGUSTE BÉHAL.



MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Education Nationale** adresse ampliation du décret, en date du 25 mars 1939, portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. **Jacques Duclaux** pour occuper dans la Section des Académiciens libres la place vacante par le décès de M. *M. d'Ocagne*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président M. **Jacques Duclaux** prend place parmi ses Confrères.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'à l'occasion des fêtes de Pâques la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mercredi 12 avril au lieu du lundi 10.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Manne Siegbahn**, Membre de l'Académie des Sciences de Stockholm, qui assiste à la séance.

CYTOPHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le prétendu pouvoir réducteur propre des chondriosomes vis-à-vis du vert Janus.* Note de MM. **Alexandre Guilliermond** et **Roger Gautheret**.

L'un de nous [1] a montré que, lorsqu'on place des filaments de *Saprolegnia* dans une solution très diluée de vert Janus, entre lame et lamelle,

---

(1) A. Guilliermond, *C. R. Soc. Biol.*, 84, 1923, p. 527.

les chondriosomes se décolorent brusquement au bout de quelques minutes, et avait attribué ce phénomène à une réduction du colorant, qui se produirait au sein des chondriosomes. D'autres cytologistes (Parat) ont confirmé ce fait dans les cellules animales et se sont ralliés à notre interprétation. Cependant la réduction du vert Janus en son leucodérivé ne peut se produire d'emblée et doit être précédée de la formation du dérivé rose de ce colorant. D'autre part, si l'on obtient assez facilement dans les cellules végétales la transformation du vert Janus en son dérivé rose, on n'a pas constaté jusqu'ici que celles-ci puissent réaliser la réduction de ce dernier en son leucodérivé (sauf dans les Levures en anaérobiose). Ces considérations nous ont amenés à reprendre l'étude du comportement des chondriosomes vis-à-vis du vert Janus. Celle-ci nous a montré que le phénomène de décoloration des chondriosomes colorés vitalement par le vert Janus est beaucoup plus complexe qu'il ne paraissait.

Si l'on place entre lame et lamelle un lambeau d'épiderme d'une écaille bulbaire d'*Allium Cepa* dans une solution suffisamment diluée de vert Janus dans le liquide de Ringer, au bout de 2 à 3 heures environ l'épiderme qui macroscopiquement présentait une teinte verte devient rose : il y a donc réduction du vert Janus en son dérivé rose. Ce phénomène s'opère beaucoup plus rapidement si l'on a soin de luter la préparation avec de la paraffine : dans ces conditions, la réduction est déjà visible macroscopiquement au bout de 45 minutes environ, et il est facile de la suivre sous le microscope dans une même cellule. Au début, les chondriosomes et les plastes prennent une teinte verte diffuse ([2]), tandis que la vacuole se colore d'une manière plus ou moins accentuée selon les cellules, mais le plus souvent très pâle : dans quelques cellules, celles-ci demeurent incolores; ces différences de comportement semblent provenir de la présence, en plus ou moins grande quantité, ou de l'absence dans la vacuole, de composés oxyflavoniques, lesquels montrent une vive affinité pour le vert Janus. Quant au cytoplasme et au noyau, ils ne retiennent pas le colorant.

([2]) Il n'est donc pas exact, comme l'a prétendu récemment Sorokin, que les plastes ne se colorent pas par le vert Janus, mais leur coloration est faible et paraît même dans certains cas disparaître quand les chondriosomes acquièrent le maximum de leur coloration et cela aussi bien en aérobiose; ils se recolorent ensuite par le dérivé rose. Au contraire, les autres colorants des chondriosomes (violet de Dahlia, de méthyle, de gentiane, Crystal violet) colorent les chondriosomes et les plastes avec la même intensité.

Au bout de quelques minutes, la coloration des chondriosomes s'accentue, au point que ces éléments prennent une teinte vert foncé, alors que les plastes conservent leur teinte très pâle. La réduction du colorant se manifeste d'une manière plus ou moins rapide selon les cellules d'un même épiderme et selon l'état physiologique du bulbe auquel appartient l'épiderme. Elle débute par une décoloration brusque des chondriosomes, au bout d'une demi-heure environ : en réalité, il semble qu'il ne s'agisse que d'une décoloration partielle, car, lorsqu'on les observe très attentivement, on constate que ces éléments ont fortement pâli, mais conservent une teinte violacée ou rose très pâle, souvent à peine perceptible, teinte que prennent aussi à ce moment les plastes. En même temps que se produit ce phénomène, la vacuole, lorsqu'elle est très faiblement teintée, prend une couleur rose pâle quoique nettement plus accentuée que la teinte vert pâle qu'elle présentait au début, teinte qui devient très apparente lorsqu'on plasmolyse les cellules à ce moment; un peu plus tard, le cytoplasme et le noyau peuvent aussi, dans certains cas, se colorer à la longue d'une manière diffuse. Dans les cellules dont la vacuole est beaucoup plus fortement colorée, on assiste avec beaucoup de netteté au virage de celle-ci du vert au violet, puis au rose. Enfin, dans celles où la vacuole n'a pas accumulé le vert Janus, la décoloration des chondriosomes coïncide avec une coloration rose du noyau et du cytoplasme.

Lorsque la réduction est achevée, on peut se rendre compte que, dans un même épiderme, le dérivé rose du vert Janus n'a pas la même localisation dans toutes les cellules : dans certaines, il se trouve exclusivement dans la vacuole, dans d'autres, il est faiblement retenu par la vacuole et plus fortement par le noyau et le cytoplasme, dans d'autres enfin, il n'est fixé que sur le noyau et le cytoplasme. Cependant, même les cellules, dans lesquelles le noyau et le cytoplasme sont teints en rose, montrent une circulation cytoplasmique qui indique qu'elles sont bien vivantes. Les épidermes placés dans des préparations lutées s'accommodent d'ailleurs très bien de leur anaérobiose et ne paraissent pas gênés par le dérivé rose du vert Janus qu'ils contiennent, car nous avons pu les conserver vivants, avec des courants cytoplasmiques, pendant 48 heures. Dans certains bulbes, les cellules épidermiques réduisent beaucoup plus rapidement le colorant, et cela paraît tenir à la richesse de leurs vacuoles en composés oxyflavoniques ou autres substances réductrices. Dans ces cellules, la réduction commence au bout de quelques minutes dans la vacuole, et ce n'est qu'un peu plus tard que les chondriosomes se décolorent partiellement et prennent

une teinte rose pâle. La même constatation peut être faite avec les épidermes (fleurs blanches et feuilles) de Tulipe qui sont riches en composés oxyflavoniques.

Si, au lieu de placer l'épiderme d'*Allium Cepa* dans une solution de vert Janus entre lame et lamelle, on l'immerge dans la même solution en un verre de montre, on constate, après examen microscopique, que les chondriosomes conservent toujours leur teinte verte, aussi accentuée qu'au début, même après 24 heures. Il semble que le vert Janus soit plus toxique que son dérivé rose, car nous n'avons jamais pu conserver vivants plus de 24 heures les épidermes placés dans ces conditions. Cette expérience-témoin, dans laquelle il n'y pas réduction du vert Janus, prouve que la décoloration des chondriosomes observée en anaérobiose est bien liée à la réduction du vert Janus.

Tels sont les faits décelés d'une manière très précise par des observations réitérées. Leur interprétation est délicate. Rappelons d'abord que nous avons montré [3] antérieurement que le dérivé rose du vert Janus n'a pas les mêmes propriétés vis-à-vis des cellules vivantes que le vert Janus lui-même : au lieu de se fixer exclusivement au sein des chondriosomes, des plastes et de la vacuole, il se fixe de préférence sur le noyau et le cytoplasme, souvent aussi dans la vacuole, mais ne colore les chondriosomes et les plastes que d'une manière très faible. En s'appuyant sur ces faits, il semble que l'on puisse admettre que la décoloration partielle des chondriosomes est due à ce que ces éléments réduisent le vert Janus en son dérivé rose et que celui-ci une fois formé, n'étant plus que très peu retenu par les chondriosomes, diffuse dans les régions de la cellule qui montrent plus d'affinités pour lui que pour le vert Janus : le dérivé rose, selon la nature du contenu de la vacuole, peut s'accumuler dans la vacuole et y demeurer ou, si le suc vacuolaire ne le retient pas exclusivement, diffuser de là dans le noyau et le cytoplasme ; dans le cas où le contenu de la vacuole ne le retient pas du tout, il ne se fixe que sur le noyau et le cytoplasme.

Pendant la décoloration des chondriosomes, la vacuole elle-même, lorsqu'elle a accumulé le vert Janus (ce qui est le cas le plus fréquent), le réduit en son dérivé rose, et sa coloration s'accentue du fait qu'elle reçoit l'apport de la plus grande partie du colorant fixé préalablement par les chondriosomes et qui n'est plus que faiblement retenu par ceux-ci lorsque

---

(3) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 417.

sa réduction en son dérivé rose est opérée. Enfin, lorsque les vacuoles renferment des substances très réductrices, la réduction commence par la vacuole elle-même et se continue dans les chondriosomes.

L'étude du *Saprolegnia diclina* semble confirmer cette interprétation. Ici la réduction s'opère très rapidement (15 minutes environ) : le vert Janus se fixe d'abord exclusivement sur les chondriosomes. Si la solution de vert Janus est trop concentrée, ces éléments se vésiculisent et les filaments meurent rapidement sans qu'aucune réduction n'ait lieu. Si la solution est à une concentration convenable, les chondriosomes une fois colorés, sans se vésiculiser, se décolorent brusquement au bout de quelques minutes, tandis que le colorant incomplètement réduit et encore violet diffuse dans la vacuole où la réduction s'achève. En réalité, ici encore les chondriosomes ne semblent pas se décolorer complètement et conservent une légère teinte violacée ou rose.

Dans l'*Oidium lactis*, la réduction est encore plus rapide, mais s'opère de manière irrégulière. Le vert Janus se fixe sur les chondriosomes ou parfois dans les vacuoles : il colore aussi souvent d'une manière faible le cytoplasme. La réduction paraît s'opérer là où il est fixé, mais le dérivé rose, dès qu'il est formé, montre une affinité particulière pour les globules lipidiques que le vert Janus ne colorait pas.

Ainsi, il semble donc résulter de nos recherches que la réduction du vert Janus en son dérivé rose s'opère dans les éléments de la cellule où ce colorant s'est fixé, c'est-à-dire sur les chondriosomes et dans les vacuoles, mais que celle-ci opérée, le dérivé rose, n'ayant plus les mêmes propriétés que le vert Janus, se trouve déplacé et va se fixer sur les éléments de la cellule qui sont le plus aptes à le retenir. Dans ce phénomène, il n'apparaît pas que les chondriosomes aient un pouvoir réducteur plus marqué que le reste de la cellule et, en tout cas, ces éléments sont incapables de réduire le vert Janus en son leucodérivé.

EFFET RAMAN ET CHIMIE ORGANIQUE. — *Application de l'effet Raman à l'étude de quelques cyclanones.* Note ([1]) de M. **Marcel Godchot** et M[lle] **Germaine Cauquil.**

Nous avons comparé les spectres Raman de quelques cétones obtenues en étudiant les transpositions moléculaires par déshydratation de la

([1]) Séance du 27 mars 1939.

4-méthylcyclohexylisopropylpinacone ([2]) et des 3-méthylcyclohexylisopropylpinacones (*d*) et (*d* + *l*) ([3]). Pour compléter le tableau d'ensemble nous avons préparé par le procédé à l'amidure la méthyl-, la diméthyl-, l'éthyl- et la diéthylcycloheptanone ainsi que la méthylcyclooctanone.

Raies Raman en cm^{-1} :

Cycloheptanone liquide. — 163 (ff), 243 (fff), 296 (ff), 618 (ff), 718 (F), 791 (ff), 845 (ff), 991 (F), 1048 (F), 1082 (f), 1106 (fff), 1171 (ff), 1323 (f), 1444 (F), 1699 (TFL).

Méthylcycloheptanone. — 253 (f), 296 (fff), 371 (ff), 462,5 (fff), 518 (ff), 558 (ff), 638 (fff), 722 (F), 918 (f), 995 (F), 1043 (ff), 1106 (f), 1171 (fff), 1293 (f), 1360 (ff), 1444 (FL), 1706 (TFL).

Diméthylcycloheptanone. — 147 (ff), 171 (fff), 284 (f), 372 (ff), 422 (ff), 470 (fff), 543 (ff), 643 (F), 786 (ff), 806 (ff), 845 (f), 937 (FL), 1031 (f), 1171 (F), 1444 (TF) et (L), 1706 (TFL).

2.2.5-*Triméthylcycloheptanone.* — 147 (fff), 222 (fff), 243 (fff), 295 (ff), 355 (fff), 358 (f), 470 (f), 518 (fff), 533 (fff), 603 (f), 683 (F), 786 (F), 845 (ff), 900 (ff), 957 (F), 1032 (ff), 1171 (fff), 1220 (fff), 1257 (fff), 1444 (F), 1706 (TFL),

2.2.4-*Triméthylcycloheptanone* (*d* + *l*) (*ou active*). — 132 (f), 163 (fff), 268 (ff), 424 (ff), 470 (f), 508 (ff), 533 (ff), 645 (FL), 770 (f), 820 (ff), 947 (F), 986 (ff), 1066 (f), 1171 (ff), 1228 (fff), 1369 (ff), 1444 (TFL), 1706 (FL).

Éthylcycloheptanone. — 212 (f), 284 (ff), 523 (ff), 623 (fff), 683 (f), 796 (F), 976 (f), 995 (F), 1171 (fff), 1444 (LF), 1706 (FL).

Diéthylcycloheptanone. — 212 (fff), 513 (fff), 618 (fff), 688 (F), 776 (f), 981, 1048 (ff), 1171 (fff), 1271 (ff), 1363 (fff), 1444 (TLF), 1703 (TFL).

Cyclooctanone. — 243 (f), 356 (fff), 566 (fff), 571 (ff), 701 (F), 880 (f), 979 (F), 1089 (f), 1296 (fL), 1444 (FL), 1708 (F).

Méthylcyclooctanone. — 143 (f), 243 (ff), 346 (ff), 513 (fff), 568 (ff), 701 (F), 912 (F), 976 (f), 1015 (f), 1295 (f), 1444 (FL), 1706 (FL).

Acétylcyclohexane. — 320 (f), 381 (fff), 437 (f), 495 (fff), 603 (F), 765 (F), 814 (F), 1022 (f), 1120 (ff), 1177 (ff), 1257 (fL), 1430 (FL), 1457 (TFTL), 1707 (TF).

Diméthyl-1.3-acétyl-1-cyclohexane (*cis*) *actif.* — 93 (f), 243 (F), 295 (F), 437 (ff), 526 (f), 563 (ff), 598 (fff), 663 (F), 771 (F), 947 (f), 995 (f), 1072 (F), 1171 (ff), 1220 (ff), 1346, 1442 (FTL), 1706 (TF).

Diméthyl-1.3-acétyl-1-cyclohexane (*trans*) *actif.* — 93 (ff), 223 (fff), 294 (fff), 335 (ff), 356 (ff), 437 (f), 525 (f), 598 (ff), 703 (F), 791 (f), 814 (fff), 865 (fff), 947 (ff), 995 (fff), 1072 (F), 1171 (ff), 1220 (f), 1297 (ff), 1360 (ff), 1444 (F large), 1706 (F).

Diméthyl-1.3-acétyl-1-cyclohexane (*cis*) (*d* + *l*). — 93 (f), 243 (ff), 295 (ff), 437 (ff), 525 (f), 563 (fff), 598 (f), 663 (F), 771 (F), 947 (f), 995 (ff), 1072 (F), 1171 (f), 1220 (ff), 1346 (ff), 1440 (FL), 1705,5 (TFL).

([2]) *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 1129.

([3]) *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 297.

Diméthyl-1.3-acétyl-1-cyclohexane (trans) (d + l). — 93 (fff), 223 (fff), 294 (fff), 335,5 (ff), 356 (ff), 525,5 (f), 598 (ff), 703 (F), 791 (f), 814 (ff), 865 (fff), 947 (ff), 995 (fff), 1072 (F), 1171 (ff), 1220 (f), 1260 (f), 1297 (f), 1360 (ff), 1444 (FL), 1706 (FL).

Diméthyl-1.4-acétyl-1-cyclohexane. — 269 (fff), 327 (f), 358 (fff), 498 (fff), 603 (ff), 654 (F), 695 (fff), 768 (F), 957 (fff), 1122 (f), 1171 (F), 1220 (F), 1257 (F), 1444 (FL), 1709 (FL).

Conclusions. — 1° La raie caractéristique du groupement (C = O) reste comprise entre 1700 et 1709 cm^{-1}, que la fonction soit extranucléaire comme dans les acétylcyclohexanes, ou fasse partie du noyau cyclanique, comme dans les cycloheptanones et les cyclooctanones.

Nous l'avions trouvée à 1744 cm^{-1} pour les 3-méthylcyclopentanones [4] et Piaux [5] l'avait signalée dédoublée dans la cylopentanone en 1726 cm^{-1} et 1746 cm^{-1}.

L'augmentation du nombre d'atomes de carbone du cycle abaisse notablement la fréquence de cette raie quand on passe du C_5 au C_6, C_7, C_8.

2° Si nous calculons pour les noyaux non substitués la relation expérimentale que nous avons énoncée [6] pour les carbures cyclaniques : $f^2 n = 38,5 . 10^{-5}$, dans laquelle f est la fréquence Raman caractéristique du cycle et n le nombre d'atomes de carbone du cycle, relation d'ailleurs corroborée par Marius Aubert [7], nous constatons que cette règle est encore vérifiée aux mêmes erreurs expérimentales près dans la série des cyclanones.

3° Les composés *cis* ont des spectres différents des composés *trans*, bien qu'assez voisins. Ils possèdent moins de raies Raman que leurs isomères *trans*.

M. **Richard Fosse** fait hommage à l'Académie d'une Étude qu'il vient de publier sous le titre *Uréogenèse et Métabolisme de l'azote purique chez les végétaux*, et dont il avait indiqué les principaux résultats dans une Note récente des *Comptes rendus* (208, 1939, p. 865).

---

(4) *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 1129.
(5) *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 1647.
(6) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1575.
(7) *Comptes rendus*, **203**, 1936, p. 661.

NOMINATIONS.

MM. **Auguste Béhal**, **Gabriel Bertrand**, **Maurice Javillier** sont désignés pour représenter l'Académie à la célébration du *Vingt-cinquième anniversaire* de la fondation de la Société de Chimie biologique les 25 et 26 mai 1939, à la Maison de la Chimie.

M. **Georges Perrier** est désigné pour représenter l'Académie à la commémoration, par l'Instituto de Coimbra, le 14 mai prochain, de l'*Installation de la nationalité portugaise* en 1139.

PLIS CACHETÉS.

MM. **Lucien Itkine** et **L.-M. Granderye** demandent l'ouverture de deux plis cachetés. Ces plis sont ouverts en séance par M. le Président.

Le premier, reçu dans la séance du 21 juin 1937 et enregistré sous le n° 11304, contient une *Note sur une nouvelle réaction caractéristique du manganèse permettant, par extension, de caractériser divers acides organiques.*

Le second pli, reçu dans la séance du 11 juillet 1938 et enregistré sous le n° 11441, contient un *Additif au pli cacheté* n° 11304.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Groupement français pour le développement des Recherches Aéronautiques (G. R. A.). — *Note périodique sur la documentation aéronautique technique française et étrangère.* N° 1, 10 mars 1939. (Fiches n°s 1 à 168) (présenté par M. E. Jouguet).

Le **Comité d'organisation du Centenaire de Théodule Ribot** invite l'Académie à se faire représenter à la *Cérémonie Jubilaire* qui aura lieu à Paris au mois de juin 1939 et où sera célébré également le *Cinquantenaire* de la création à la Sorbonne du *Laboratoire de psychologie physiologique*.

Le **Secrétaire général du XVIIIe Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistorique** invite l'Académie à se faire représenter à cette réunion, qui aura lieu à Istanbul du 18 au 25 septembre 1939.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *La diffusion turbulente*. Note [1] de MM. **Georges Dedebant** et **Philippe Wehrlé**, présentée par M. Henri Villat.

Ce problème a déjà fait l'objet de très remarquables travaux de G.-I. Taylor et de Th. de Karman [2], qui ont respectivement introduit et systématisé l'idée de *corrélation* entre les composantes des vitesses d'un fluide turbulent. Il restait à relier d'une manière précise le coefficient de diffusion turbulente aux coefficients de corrélation. C'est l'objet de la présente Note.

Nous avons dit [3] que la diffusion turbulente était réglée par la *corrélation physique*, c'est-à-dire la corrélation au sens de Lagrange (L). Nous allons le montrer.

1. *Intégration aléatoire* [4]. — Soit X'/t une *fonction aléatoire* de t dérivable en *moyenne quadratique*, de valeur probable nulle et stationnaire en probabilité, soit

$$\frac{X'}{t} = \int_0^t \frac{X'}{\xi}\, d\xi$$

son intégrale.

---

(1) Séance du 6 mars 1939.

(2) G. I. Taylor, *Proc. Roy. Soc.*, A, **151**, 1935, p. 421; Th. de Karman, *ibid.*, **164**, 1937, p. 192.

(3) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 625.

(4) G. I. Taylor a, dans le fond, traité cette partie du problème, mais nous estimons qu'à travers des analogies de formules, nous introduisons des concepts bien différents (fonction aléatoire).

On a, résultat établi par G. I. Taylor,

$$\left(\frac{\overline{X'}}{t}\right)^2 = t\overline{X'^2}\int_0^t r(s)\,ds,$$

$r(s)$ désignant le coefficient de corrélation entre $\dot{X}/\xi$ et $\dot{X}/(\xi+s)$.

2. *Diffusion turbulente.* — Soit $G(x, y, z, t)$ la quantité par unité de masse d'une grandeur macroscopique au point (x, y, z) et à l'instant t. $\rho G\,dx\,dy\,dz$ est la quantité de cette grandeur contenue dans l'élément de volume $dx\,dy\,dz$. Au temps $t_0 = 0$, les microparticules turbulentes qui constituent $(dx\,dy\,dz)$ avaient des coordonnées (a, b, c). L'une d'elles a apporté, au cours du temps t, en (x, y, z), la quantité suivante de la grandeur G :

$$G(x, y, z, t)\rho\,dx\,dy\,dz - G(a, b, c, 0)\rho_0\,da\,db\,dc,$$

soit encore

$$\rho\,dx\,dy\,dz[G(x, y, z, t) - G(a, b, c, 0)],$$

à cause de la conservation de la masse.

Le bilan des apports de G en (x, y, z) à l'instant t, par unité de temps et de masse est donc

$$(2) \qquad \frac{\overline{G(x, y, z, t) - G(a, b, c, 0)}}{t}.$$

Posons $X = x - a, \ldots$; X, Y, Z sont des fonctions aléatoires de t qu'on peut décomposer en $\overline{X} + X', \ldots$. L'expression (2) peut alors se développer ainsi

$$(3) \qquad \left[\frac{G(x, y, z, t) - G(x - \overline{X}, y - \overline{Y}, z - \overline{Z}, 0)}{t}\right] - \left[\frac{1}{2t}\mathbf{S}\,\overline{X'Y'}\,\frac{\partial^2 G}{\partial x\,\partial y}\right].$$

Le premier crochet est l'apport de G dû au mouvement d'ensemble; le second est l'*apport de la diffusion*. Si t désigne un intervalle de temps *grand* par rapport au *temps de persistance* des microparticules, mais *petit* cependant par rapport à l'échelle de temps du mouvement d'ensemble, le premier crochet représente $d_0G : dt$, d_0 étant la variation de Lagrange en suivant le mouvement d'ensemble. Quant au second, son calcul résulte de celui des moments $\overline{X'Y'}$, que nous savons d'après (1) exprimer au moyen de la corrélation entre les vitesses, *cette corrélation étant entendue au sens de Lagrange*, c'est-à-dire en accompagnant les microparticules dans leur mouvement turbulent. Faisons l'hypothèse de l'isotropie de la corrélation

au sens de Lagrange : $\overline{u'u'_1} = \overline{v'v'_1} = \overline{w'w'_1} = r(\tau)\overline{u'^2}$ et les six $\overline{u'v'_1}$ nuls; (u, v, w) et (u_1, v_1, w_1) étant les vitesses à deux instants d'*une même microparticule*.

Nous trouvons alors (si G est conservative)

$$\frac{d_0 G}{dt} = \varkappa \Delta G, \tag{4}$$

où

$$\varkappa = \overline{u'^2} \int_0^t r(s)\, ds.$$

(4) est l'équation de la diffusion turbulente et $\varkappa$ le coefficient de diffusion.

Il peut paraître étrange de trouver pour $\varkappa$ une expression qui dépende de t. En réalité $r(s)$ est une fonction *rapidement décroissante* avec t et asymptote à l'axe des s. Pratiquement, l'expérience montre (diffusion de bulles de savon) que l'intégrale que contient $\varkappa$ est constante au bout d'un temps très court (1/20e de seconde).

Applications. — 1° $r(s) = 1$ pour $s \leqq 0$ et nul pour $s > 0$. On trouve

$$\varkappa = \overline{u'^2}\theta = \frac{1}{3} S^2 \theta.$$

2° $r(s) = e^{-(s^2/\Theta^2)}$;

$$\varkappa = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{\pi}{2}} S^2 \theta,$$

θ est alors égal à $\overline{u'^2} : \overline{\dot{u}'^2}$ et peut se calculer au moyen des paramètres de corrélation τ (au sens d'Euler) et λ (au sens de Karman), accessibles à l'expérience [3].

3° Si $\varphi(\omega)$ est la fonction spectrale de $r(s)$,

$$\varphi(\omega) = \frac{2}{\pi}\int_0^\infty r(s) \cos \omega s\, ds,$$

$$\varkappa = \frac{\pi}{6} S^2 \varphi(0).$$

HYDRAULIQUE. — *Sur les causes dynamiques des variations de la turbidité et du débit solide dans la Garonne maritime et la Gironde au cours des marées.* Note [1] de M. Louis Glangeaud et M[me] Yvonne Bonnichon, transmise par M. Charles Camichel.

L'un de nous a précédemment indiqué [2] que la quantité moyenne de troubles en mouvement, par mètre cube, dans l'estuaire de la Gironde, était de beaucoup supérieure à la turbidité moyenne (colloïdes compris) de la Garonne fluviale et de la Dordogne pendant la même période. Pour déterminer les causes de cette anomalie, des mesures systématiques ont été effectuées avec les Services du Port Autonome, principalement à Bordeaux et au Bec d'Ambès, en suivant des méthodes décrites ailleurs [3].

A la fin du jusant, et au voisinage du Bec d'Ambès, les vitesses s'annulent généralement, presque au même moment, au fond et à la surface. Par suite de la diminution des vitesses et de la turbulence, les troubles maintenus en suspension par les phénomènes tourbillonnaires descendent lentement vers le fond. Sur une verticale, le maximum de turbidité se rapproche progressivement du fond à mesure que l'on tend vers la B. M. 15 minutes avant que la vitesse ne se soit annulée au fond, le maximum de turbidité situé à 3^{m} au-dessus du lit de la rivière, atteint $1^{g},96$ par litre pour une vitesse de 0,50 m/sec. La turbidité à 50^{cm} du fond est alors de $1^{g},37$ par litre (*fig.* 1).

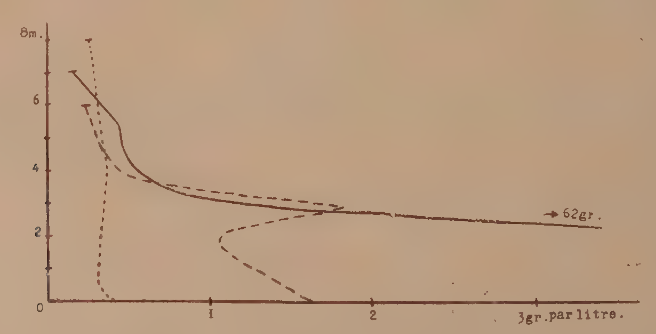


Fig. 1. — Variations suivant une verticale de la turbidité en grammes par litre, en mi-jusant (*pointillés*), 15 minutes avant B. M. (*tirets*) et 10 minutes après B. M. (*trait plein*). Passe Kms 23-25.

Au moment de la basse mer, les troubles forment, au-dessus du fond, une couche dense d'eau très chargée en vase, sur une épaisseur de 25 à 30^{cm}. Avec l'arrivée du flot,

---

(1) Séance du 27 mars 1939.

(2) L. Glangeaud, *Bull. Soc. Géol. France*, 5e série, 8, 1938, p. 599-630, 8 fig.

(3) L. Glangeaud, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1667, et *Revue de Géographie physique*, Paris, fasc. 4, décembre 1938, 75 p., 15 fig., 1 pl.

les vitesses augmentent de nouveau progressivement. Des phénomènes tourbillonnaires puissants se manifestent alors par suite de l'action antagoniste existant entre l'écoulement normal de l'eau vers l'aval et du flot remontant l'amont. Cette vive turbulence remet en suspension les troubles vaso-sableux qui 10 minutes après le début du flot atteignent 62^g par litre à 50^{cm} du fond, pour une vitesse horizontale de 0,26 m/sec (*fig.* 1).

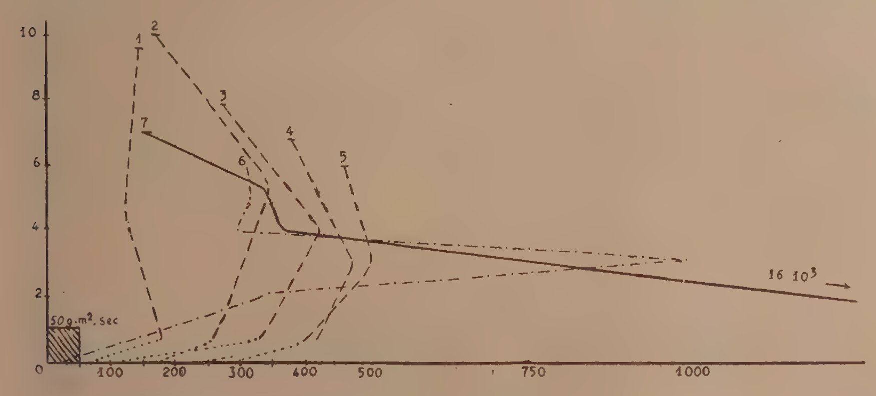


Fig. 2. — Variations suivant une verticale du débit solide pour une tranche de 1^m de largeur, dans la passe des Kms 23-25, en gr./m²/sec, pendant le jusant : (courbes de 1 à 5 en *tirets*), 15 minutes avant la B. M. : (courbe 6) et 10 minutes après la B. M. : (courbe 7, en *trait plein*). En ordonnées, la hauteur au-dessus du fond, en mètres.

Des phénomènes analogues se produisent au moment de la pleine mer, mais avec une intensité différente. Les phénomènes tourbillonnaires sont généralement plus réduits au début du jusant qu'au début du flot. Des variations secondaires de turbulence et de turbidité moins accentuées que les précédentes apparaissent parfois au cours du flot et du jusant. Les ondes de troubles ainsi produites au cours de la marée déplacent les matières en suspension d'une façon oscillatoire d'aval en amont et d'amont en aval. Mais ces ondes de troubles ne suivent pas exactement les ondes liquides sur toute la longueur de l'estuaire. *De plus, les débits solides ne varient pas proportionnellement aux débits liquides et ne suivent pas les mêmes lois.* Pendant 5 heures de jusant et à travers une tranche verticale de 1^m de large, au milieu de la passe du kilomètre 23, un débit liquide de 133000^{m^3} entraîne 42 tonnes de matière en suspension. Au début du flot, en 15 minutes, 3870^{m^3} d'eau ramènent 13 tonnes de matière pour la même tranche. Au cours d'une ou plusieurs marées, le débit liquide apporté par la Garonne et la Gironde sera évacué en totalité, tandis qu'une *partie importante du débit solide peut rester en stock*, par suite du décalage entre les deux sortes d'ondes et les deux sortes de débits.

L'intensité des marées, variant entre les coefficients 47 et 110, modifie relativement peu le phénomène. Par contre, une crue combinée avec une marée assez forte provoque une chasse des stocks sablo-vaseux en mouvement dans l'estuaire. Les faits que nous venons de décrire ont été observés entre les kilomètres 23 à 25 en aval de Bordeaux. En nous appuyant sur des mesures anciennes (1893) et récentes (1938) on peut mettre en évidence des phénomènes analogues entre les kilomètres 13 et 58. En amont du kilomètre 13 et en aval du kilomètre 58, il se produit par contre, souvent entre les crues, un décalage important entre l'onde de flot et l'onde principale de trouble. La zone de turbidité maximum (bouchon vaseux) peut, entre ses limites amont et aval, être scindée en plusieurs tronçons, avec des minima intermédiaires. Après les périodes de grandes crues, les limites amont et aval du bouchon vaseux reculent vers l'embouchure, tandis qu'au cours des périodes sèches, le phénomène inverse se produit.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur la longueur fondamentale attachée aux particules élémentaires.* Note de M. A. **Proca**, présentée par M. Louis de Broglie.

1. On connaît les arguments mis en avant par M. Heisenberg en faveur de l'introduction, en physique, d'une nouvelle constante universelle, ayant les dimensions d'une longueur et une valeur de l'ordre de

$$\frac{e^2}{mc^2} = 2,8 \times 10^{-13}\ \text{cm}.$$

Nous voulons signaler que la théorie des particules élémentaires que nous avons présentée, M. S. Goudsmit et moi-même, [1], introduit automatiquement une telle longueur, d'une manière tout à fait naturelle, avec un ordre de grandeur correct et une valeur qui ne dépend nullement de la charge élémentaire e.

En effet, dans cette théorie, le mouvement des particules est donné par les géodésiques de l'espace

$$ds^2 = -\sum_1^4 (dx^\nu)^2 + \lambda_s \sum (dx^s)^2 + \lambda_e (dx^e)^2, \tag{1}$$

et leur masse par

$$M^2 = \mu_0^2 - s(s+1)\frac{S^2}{\lambda_s c^2} - \frac{p_e^2}{\lambda_e c^2}. \tag{2}$$

---

(1) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 884.

Les nouvelles constantes fondamentales λ_s et λ_e s'introduisent dans la définition même de l'Univers et jouent un rôle qui n'est pas sans analogie avec celui de la vitesse de la lumière en relativité restreinte.

Dans la Note citée, nous avons effectué certains calculs pour lesquels il était inutile de connaître les valeurs numériques de ces constantes. Nous y avons admis que S et p_e étaient respectivement proportionnels au spin et à la charge; nous n'allons pas au delà de cette hypothèse en posant $S \sim \hbar$ et $p_e \sim e$. Dans ces conditions, (2) montre que $\sqrt{-\lambda_s}$ *a les dimensions d'une longueur* et $\sqrt{\lambda_e}$ celle d'une charge divisée par une quantité de mouvement, soit $M^{-1/2}L^{+1/2}$ dans le système usuel. M_P, M_N et m_e étant respectivement les masses du proton, du neutron et de l'électron, (2) permet d'écrire

$$(3) \qquad \sqrt{-\lambda_s} = \frac{\sqrt{3}}{2}\frac{\hbar}{\sqrt{m_e^2 + M_N^2 - M_P^2}}, \qquad \sqrt{\lambda_e} = \frac{e}{c\sqrt{M_N^2 - M_P^2}},$$

ce qui donne en particulier

$$\sqrt{-\lambda_s} \sim 4,4 . 10^{-13} \text{ cm},$$

c'est-à-dire une longueur du même ordre que celle de Heisenberg.

2. Par la manière dont elle a été introduite, cette longueur constitue une *valeur critique*, exactement dans le même sens que pour la vitesse de la lumière dans la théorie ordinaire. En effet on déduit de (1) que, par exemple, pour une particule sans charge et au repos, on a

$$(4) \qquad \frac{\sqrt{\Sigma(dx^s)^2}}{dt} \leqq \frac{c}{\sqrt{-\lambda_s}}, \qquad \text{soit} \qquad \frac{c\,dt}{\sqrt{\Sigma(dx^s)^2}} \geqq \sqrt{-\lambda_s}.$$

Néanmoins son interprétation physique n'est pas réductible à des éléments connus, parce que nous n'avons pas encore d'interprétation simple des x^s, donc des *vitesses* dx^s/dt. On se trouve ainsi en présence d'une limitation qui concerne le changement dans le temps de la coordonnée de spin, et qui introduit une longueur fondamentale sans faire intervenir des raisonnements directs sur l'impossibilité de mesurer des longueurs inférieures à $\sqrt{-\lambda_s}$.

3. Il semble très satisfaisant de constater que cette longueur universelle, d'un ordre de grandeur apparemment correct, est parfaitement définissable *à partir d'éléments purement mécaniques*, sans intervention de la charge électrique qu'on était obligé d'introduire jusqu'à présent. D'ailleurs, même si l'on n'accepte pas la théorie telle qu'elle a été esquissée jusqu'à présent, on pourra toujours avoir recours à la première des relations (3) pour calculer cette longueur autrement que par $r_0 = e^2/mc^2$.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur la possibilité de construire des équations d'ondes relatives à des particules de spin multiple de* $(1/2)(h/2\pi)$. Note [1] de M. **Jean Roubaud-Valette**, présentée par M. Louis de Broglie.

Soient I, J, K les unités quaternioniennes; en utilisant la méthode exposée dans une Note précédente [2], nous pouvons représenter l'opérateur hamiltonien OP par

$$\mathrm{OP} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{vmatrix} \mu_0 c + \begin{vmatrix} 0 & \mathrm{I} \\ \mathrm{I} & 0 \end{vmatrix} \mathrm{P}_1 + \begin{vmatrix} 0 & \mathrm{J} \\ \mathrm{J} & 0 \end{vmatrix} \mathrm{P}_2 + \begin{vmatrix} 0 & \mathrm{K} \\ \mathrm{K} & 0 \end{vmatrix} \mathrm{P}_3$$
$$+ \begin{vmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{vmatrix} \mathrm{P}_4 + \begin{vmatrix} -i & 0 \\ 0 & i \end{vmatrix} \mathrm{P}_5.$$

L'opérateur conjugué s'obtient en remplaçant $\mu_0 c$ par $-\mu_0 c$.

On a $\mathrm{OP}^{\star}.\mathrm{OP}\psi = 0$ donne

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2} + \frac{\partial^2}{\partial u^2}\right)\psi = \frac{4\pi^2}{h^2}\mu_0^2 c^2 \psi,$$

c'est l'équation de Gordon.

En groupant les termes dans les matrices quaternioniennes, nous obtenons

$$\mathrm{OP} \equiv \begin{vmatrix} \mu_0 c - i\mathrm{P}_5 & \mathrm{IP}_1 + \mathrm{JP}_2 + \mathrm{KP}_3 + i\mathrm{P}_4 \\ \mathrm{IP}_1 + \mathrm{JP}_2 + \mathrm{KP}_3 - i\mathrm{P}_4 & \mu_0 c + i\mathrm{P}_5 \end{vmatrix}.$$

Si $\mathrm{OP}^{\star}$ est appliqué à la matrice

$$\begin{vmatrix} \varphi_1 + \mathrm{I}(-i\varphi_2) + \mathrm{J}\varphi_2 + \mathrm{K}(-i\varphi_1) & 0 \\ \varphi_2 + \mathrm{I}(-i\varphi_4) + \mathrm{J}\varphi_4 + \mathrm{K}(-i\varphi_3) & 0 \end{vmatrix}$$

et en égalant le produit à zéro, on obtient huit équations, deux à deux identiques, qui sont les équations de Dirac généralisées déjà obtenues dans notre Note [2]. En opérant sur la matrice

$$\begin{vmatrix} 0 & \theta_1 + \mathrm{I}(i\theta_2) + \mathrm{J}\theta_2 + \mathrm{K}(i\theta_1) \\ 0 & \theta_3 + \mathrm{I}(i\theta_4) + \mathrm{J}\theta_4 + \mathrm{K}(i\theta_3) \end{vmatrix}$$

on obtient les équations du corpuscule complémentaire au sens défini par M. de Broglie [3]. Ces deux corpuscules ont un spin $(\pm 1/2)(h/2\pi)$.

---

(1) Séance du 27 mars 1939.

(2) Cf. J. Roubaud-Valette, *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 1136.

(3) Cf. *Nouvelles recherches sur la lumière*, Paris, 1936.

La matrice conjuguée pour chacun d'eux s'obtient en changeant φ_h en φ_f^*, I, J, K en $-$I, $-$J, $-$I et i en $-i$.

On a alors comme opérateur densité de courant, par exemple pour la composante ρu_x,

$$\rho u_i = \frac{1}{2(1-iK)} \begin{vmatrix} \varphi_1^*(1-iK)-(J+iI)\varphi_2^* & \varphi_3^*(1-iK)-(J+iI)\varphi_4^* \\ 0 & 0 \end{vmatrix}$$
$$\times \begin{vmatrix} 0 & F \\ I & 0 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} \varphi_1(1-iK)+(J-iI)\varphi_2 & 0 \\ \varphi_3(1-iK)+(J-iI)\varphi_0 & 0 \end{vmatrix}.$$

Tous les termes I, J, K s'annulent et il reste le terme scalaire

$$\varphi_1^*\varphi_4 + \varphi_2^*\varphi_3 + \varphi_3^*\varphi_2 + \varphi_4^*\varphi_1.$$

On peut généraliser en remplaçant les composantes spinorielles $\varphi_1\,\varphi_2\,\varphi_3\,\varphi_4$ par deux quaternions

$$\begin{vmatrix} A_0 + IA_1 + JA_2 + KA_3 & 0 \\ B_0 + IB_1 + JB_2 + KB_3 & 0 \end{vmatrix}.$$

L'opérateur O — P appliqué à une telle matrice donne les équations

$$(\mathrm{I}) \quad \begin{cases} (\mu_0 c - iP_5)A_0 - P_1B_1 - P_2B_2 - P_3B_3 - iP_4B_0 = 0, \\ (\mu_0 c - iP_5)A_1 + P_1B_0 - iP_4B_1 + P_2B_3 - P_3B_2 = 0, \\ (\mu_0 c - iP_5)A_2 + P_2B_0 - iP_4B_2 + P_3B_1 - P_1B_2 = 0, \\ (\mu_0 c - iP_5)A_3 + P_3B_0 - iP_4B_3 + P_1B_2 - P_2B_1 = 0 \end{cases}$$

et

$$(\mathrm{II}) \quad \begin{cases} (\mu_0 c + iP_5)B_0 - P_1A_1 - P_2A_2 - P_3A_3 + iP_4A_0 = 0, \\ (\mu_0 c + iP_5)B_1 + P_1A_0 + iP_4A_1 + P_2A_3 - P_3A_2 = 0 \end{cases}$$

et deux autres par permutation.

Ces équations sont du type équations de Maxwell généralisées. On voit que, si l'on prend les équations conjuguées, on a (I′) analogue à (II) et (II′) analogue à (I), ce qui conduit à poser $A_K^* = B_K$.

Le spin a pour composantes, par exemple sur OZ,

$$\frac{h}{4\pi}\begin{vmatrix} \bar{A} & -\bar{B} \\ 0 & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0 & I \\ I & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0 & J \\ J & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} A & 0 \\ B & 0 \end{vmatrix} \quad \text{ou} \quad \frac{h}{4\pi}(\bar{A}KA - \bar{B}KB).$$

$\bar{A}$ désignant le quaternion conjugué où $I \to -I$ et $A_K \to A_K^*$, on a une seule composante, non nulle, celle qui est scalaire et qui vaut

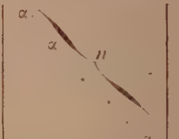
$$2\frac{h}{4\pi}(A_0B_3 - A_3B_0 + B_2A_1 - A_2B_1)$$

ou

$$2\frac{h}{4\pi}(A_0A_3^* - A_3A_0^* + A_2^*A_1 - A_1^*A_2).$$

Nous avons donc un spin 1 $(h/2\pi)$. En gardant $A_K^* \neq B_K$ on a pour spin $(0, +1, -1)(h/2\pi)$. Nous pouvons passer aux corpuscules le spin supérieur en faisant l'opération suivante sur les motrices :

On remplace les motrices à 2 lignes et 2 colonnes telles $\begin{vmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}$ par des motrices à $2n$ lignes et $2n$ colonnes obtenues à partir de



où alpha est remplacé par $\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$ ou $\begin{vmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}$ ou $\begin{vmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{vmatrix}$ ... et en opérant sur une matrice à $2n$ lignes et 1 colonne, l'élément de chaque ligne étant un quaternion A, B, ..., K, S, on voit que l'on peut prendre $B_i = A_i^*$ et $S_i = K_i^*$. Le spin correspondant a pour composantes $\pm n(h/2\pi)$.

Avec A, B, ..., K, S distincts, on a des valeurs de spin

$$(0, \pm 1, \pm 2, \ldots, \pm n)h/2\pi.$$

La même méthode d'extension appliquée à des composantes spinorielles donne des spins $(0, \pm 1, \pm 2, \ldots, \pm n)(1/2)(h/2\pi)$.

COUCHES SUPERFICIELLES. — *Films très dilués de quelques protéines; essai de détermination des masses moléculaires.* Note de M. **Jean Guastalla**, présentée par M. Jean Perrin.

J'ai mesuré les pressions superficielles d'un certain nombre de films de protéines extrêmement dilués, au moyen d'un micromanomètre superficiel à fil tendu [1]. Le film est introduit dans la chambre d'expérience grâce à une *seringue superficielle* fermée par une soupape, d'où le film s'échappe lorsque sa pression à l'intérieur de la seringue dépasse 1 dyne/cm; le film a été étalé dans la seringue à partir d'une parcelle solide de la protéine, sans que la pression ne monte au-dessus de 2/10e de dyne/cm au cours de l'étalement (*film* A) [2].

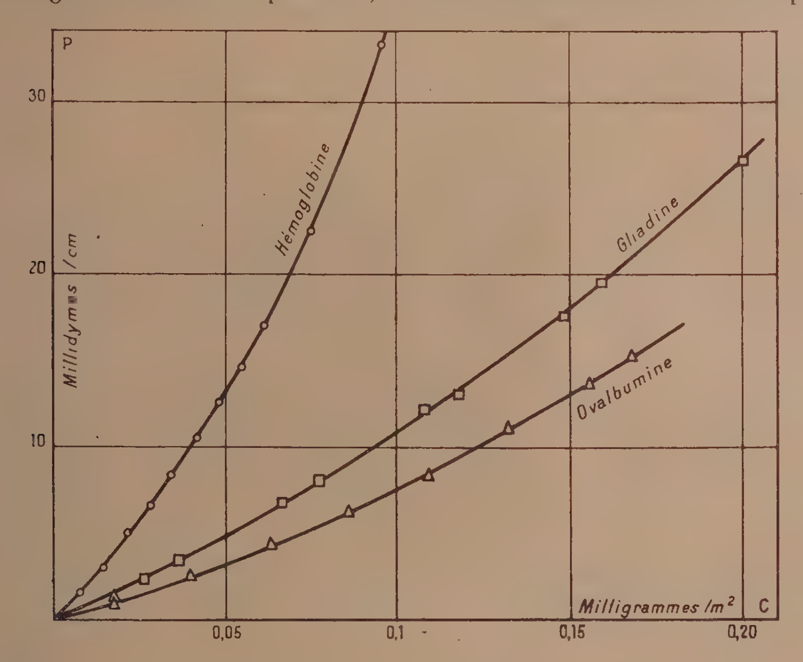
---

[1] Cf. *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 993. L'appareil utilisé est sensible au quart de millidyne/cm.

[2] Cf. M. Joly, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 975.

En vue de connaître la concentration superficielle correspondant à une pression déterminée, des dosages de films A ont été effectués (en collaboration avec Mlle L. Denard) par pesée directe d'une parcelle de protéine déposée ensuite sur l'eau d'un manomètre superficiel de grande surface ([3]). Le film obtenu par étalement libre de la parcelle est ensuite comprimé jusqu'à 1 dyne/cm par exemple, et la surface correspondante permet de calculer la concentration superficielle relative à cette pression.

La figure ci-dessous représente, en fonction des concentrations superficielles, les pressions des films dilués d'ovalbumine, d'hémoglobine et de gliadine sur N/100 HCl vers 19°.



On peut penser qu'il s'agit de films gazeux et tenter de déduire de leur étude les masses moléculaires des corps qui les constituent. La loi $PS = RT$, toujours vérifiée jusqu'à présent pour les films gazeux aux dilutions extrêmes, conduit pour la masse moléculaire à la valeur $M = 2430000\ c/p$, pour une température de 19°, si l'on évalue les pressions en millidynes/cm et les concentrations en milligrammes/m². Dans chaque cas, un certain

([3]) Cf. *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 973.

nombre de valeurs approximatives des masses moléculaires sont calculées à partir de différents points de la courbe; l'extrapolation à concentration nulle conduit aux valeurs suivantes :

Ovalbumine, 40 000; Gliadine, 27 000; Hémoglobine, 12 000.

Les deux premiers nombres sont en assez bon accord avec ceux de Svedberg; la valeur trouvée pour l'hémoglobine (approximativement le sixième du nombre de Svedberg) semble indiquer une décomposition de la molécule.

L'incertitude attachée à un certain nombre d'opérations ne permet pas actuellement de compter sur une précision finale supérieure à 20 pour 100.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une nouvelle méthode de stabilisation d'une lampe électromètre.* Note [1] de M. **Jean Gillod**, présentée par M. Charles Fabry.

M. Anatole Rogozinski vient d'indiquer [2] une méthode permettant d'annuler pratiquement les effets de la dérive due principalement à la décharge progressive de la batterie de chauffe, dans un montage amplificateur utilisant une lampe électromètre.

Utilisant dans nos recherches une lampe électromètre Philips comme amplificatrice d'un courant continu photoélectrique, nous avons été amené également à rechercher une compensation automatique de la dérive.

Le montage que nous utilisons, basé sur des considérations analogues, utilise aussi dans la compensation une force électromotrice auxiliaire, mais de telle sorte que celle-ci ne débite aucun courant et par conséquent reste stable. La figure ci-contre indique le schéma du montage.

Soient I_f l'intensité du courant de chauffage du filament, I_p l'intensité moyenne du courant de plaque.

Pour la valeur moyenne I_p le galvanomètre G doit être au zéro. Il doit rester au zéro pour une faible variation ΔI_f du courant qui entraîne une variation ΔI_p du courant de plaque.

On a

$$\Delta I_p = K\,\Delta I_f \tag{1}$$

au point de fonctionnement de la caractéristique $I_p = f(I_f)$.

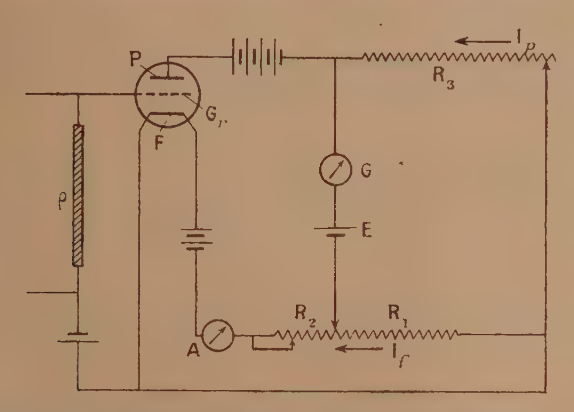
---

(1) Séance du 20 mars 1939.

(2) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 427.

La valeur de K peut être fournie par le tracé des caractéristiques.

Les conditions de compensation du courant moyen de la plaque et de la dérive s'expriment respectivement par les deux équations



(2) $$R_1 I_f - E = R_3 I_p \quad \text{(E, batterie auxiliaire)},$$

(3) $$R_1 \Delta I_f = R_3 \Delta I_p.$$

Les valeurs moyennes de I_f et de I_p et le rapport $\Delta I_f/\Delta I_p$ étant fixés selon les caractéristiques et le point de fonctionnement, R_1 et R_3 se trouvent déterminés si E est fixe. Tout comme le galvanomètre, E n'est traversé par aucun courant. On peut d'ailleurs empiriquement déterminer les valeurs de R_1 et de R_3. Pour cela, on peut faire varier R_1 sans faire varier I_f, en laissant constante la somme $R_1 + R_2$. On donne à R_3, pour chaque valeur de R_1, la valeur qui annule le courant dans le galvanomètre, puis en agissant sur R_2 seul, on provoque une légère variation ΔI_f et l'on observe la déviation correspondante du galvanomètre. On trouve ainsi rapidement les valeurs optima pour R_1 et R_3. Les valeurs trouvées étaient, pour $I_p = 0{,}60$ A et une tension de plaque de 3,70 volts,

$$R_1 = 3{,}86\,\omega \quad \text{et} \quad R_3 = 1185\,\omega \quad \text{avec} \quad E = 2 \text{ volts}.$$

L'expérience nous a montré que, pour une variation provoquée $\Delta I_f/I_f = 1/30$, la déviation observée au galvanomètre était 350 fois plus petite dans le montage précédent que dans un montage sans compensation. La correction de dérive ainsi obtenue avec une seule lampe, par un montage relativement simple, présente donc un intérêt évident en supprimant l'une des principales difficultés dans l'emploi de la lampe électromètre comme amplificateur de courants continus.

RADIATIONS. — *Sur un phénomène observé avec le tube-compteur de Rutherford-Geiger, soumis à une irradiation relativement forte.* Note de M. **Bernard Kwal**, présentée par M. Maurice de Broglie.

1. Le tube-compteur de Rutherford-Geiger, qui a servi aux expériences dont il est question ici, est constitué par un cylindre en laiton de 30^{mm} de diamètre extérieur et de 1^{mm} d'épaisseur, dans l'axe duquel est placé un fil de 1^{mm} de diamètre. Dans l'une des deux joues en ébonite, fermant les extrémités du cylindre, est ménagée une fenêtre recouverte par une feuille d'aluminium de $0^{cm},001$ d'épaisseur. Le tube est rempli avec de l'argon à la pression de 18^{cm} Hg.

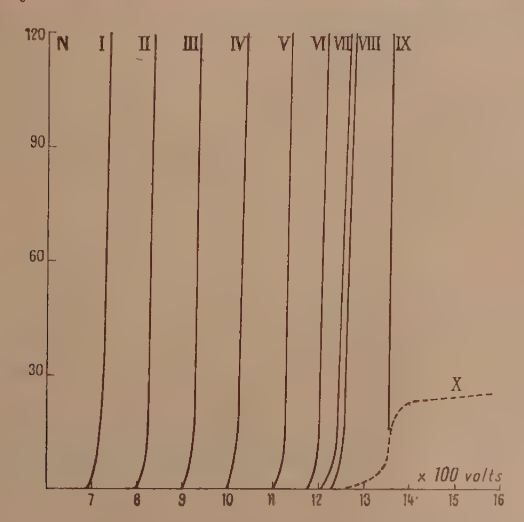
Au-dessous d'une certaine tension, le tube-compteur n'est sensible qu'aux particules fortement ionisantes (protons ou particules α). Les impulsions de courant qu'elles causent sont amplifiées et observées au moyen d'un oscillographe Dubois ou comptées au moyen d'un circuit à thyratron.

Lorsqu'on place en face de la fenêtre une source de Po, filtrée par une feuille d'aluminium, de manière à arrêter toutes les particules α, on observe les protons naturels sortant de la source. En augmentant la tension, le compteur devient sensible aux électrons et présente pour eux un long palier. Il est encore possible avec le même compteur d'étudier les rayons γ du Po.

2. Plaçons la source de Po directement contre la fenêtre du compteur. Celui-ci *se bloque*, le circuit à thyratron cesse de compter et le spot de l'oscillographe s'agite affolé. Mais, en diminuant progressivement la tension aux bornes du compteur, ce qui a pour effet de diminuer l'amplification interne due à l'ionisation par choc (effet Stoletow-Townsend), on arrive à une tension pour laquelle les impulsions sont de nouveau enregistrées par l'oscillographe et le circuit à thyratron. Le nombre de ces impulsions diminue très rapidement avec la diminution de la tension, et un moment arrive où le spot de l'oscillographe reprend l'immobilité qu'il garde ordinairement en l'absence de la source, pour les tensions inférieures à celle pour laquelle il devient sensible aux électrons.

La figure montre l'allure du phénomène et le déplacement de la courbe nombre d'impulsions/tension, lorsqu'on interpose de minces écrans d'aluminium ($0,15$ mg/cm^2 $\approx 0^{\mu},58$) entre la source et la fenêtre du compteur.

3. Nous avons étudié également, en fonction de la tension, la variation du courant d'ionisation, amplifié par effet Stoletow-Townsend, en mesurant au moyen d'un électromètre la chute de tension que ce courant



La courbe I est obtenue en plaçant la source directement en face de la fenêtre. Les courbes II, III, ..., IX sont obtenues en interposant respectivement des écrans d'aluminium de 0,15 mg/cm², 2 × 0,15 mg/cm², 3 × 0,15 mg/cm², 4 × 0,15 mg/cm², 5 × 0,15 mg/cm², 6 × 0,15 mg/cm², 8 × 0,15 mg/cm², 10 × 0,15 mg/cm². La courbe X correspond à l'effet naturel du tube-compteur (en l'absence de la source).

occasionne dans une résistance White de 2.10^9 ohms, montée en série avec le tube-compteur. Le courant de saturation est de l'ordre de 10^{-10} A. Entre 500 et 1400 volts le courant augmente exceptionnellement et atteint pour 1400 volts la valeur de $7,2.10^{-9}$ A.

4. Si l'on compare le déplacement des courbes de la figure ci-contre avec les caractéristiques courant-tension, on constate que ce déplacement s'effectue de manière à maintenir constant le courant moyen dans le tube-compteur. Autrement dit, pour avoir le même nombre d'impulsions, la diminution du courant d'ionisation primaire, qui se produit lorsqu'on interpose un absorbant, doit être exactement compensée par l'amplification interne par chocs ionisants du courant dans le tube-compteur.

Quant à la courbe d'impulsions elle-même, pour pouvoir l'interpréter, il faut tenir compte du fait que, pendant le temps τ nécessaire à la production d'une impulsion de courant à l'intérieur du compteur ($\sim 10^{-3}$ sec.), il se produit des condensations accidentelles d'ions dépassant la moyenne,

au cours des *fluctuations* dues au caractère statistique de l'émission radio-active. A chaque tension aux bornes du compteur correspond une limite inférieure pour le nombre d'ions produisant une impulsion juste suffisante pour être décelée. Lorsqu'on diminue la tension aux bornes du compteur, cette limite inférieure augmente. Et quand elle dépasse le nombre moyen d'ions arrivant pendant le temps τ, les appareils n'enregistrent que les impulsions provenant des condensations accidentelles d'ions dépassant une certaine valeur. Le nombre de ces impulsions décelables diminue très rapidement avec la diminution de la tension aux bornes du compteur.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *La dissymétrie de la rupture de l'uranium.* Note de MM. **Guido Beck** et **Peter Havas**, présentée par M. Louis de Broglie.

1. La découverte de la rupture du noyau de l'uranium sous l'action des rayons neutroniques a conduit à l'identification de processus compris dans le domaine entre $92 \rightarrow 35 + 57$ et $92 \rightarrow 40 + 52$ (¹). Il est remarquable que la rupture conduise ainsi à deux noyaux non identiques (tels le brome et le lanthane).

Bien que le processus de rupture soit, du point de vue théorique, un phénomène assez compliqué (²), il semble que l'existence de cette dissymétrie puisse être expliquée d'une façon générale, sans entrer dans les détails du modèle d'une goutte nucléaire, en nous limitant à comparer les probabilités de différents processus de rupture possibles d'un noyau donné Z. En effet, les seules forces agissantes entre les deux noyaux Z_1 et Z_2, résultants d'une rupture, à une distance plus élevée que la somme des deux rayons nucléaires, sont les forces coulombiennes (potentiel de Gamow). Le processus de rupture ne pourra se produire avec une probabilité considérable que si l'énergie cinétique à cette distance est positive.

$$\mu(Z)c^2 - \mu(Z_1)c^2 - \mu(Z_2)c^2 > \frac{Z_1 Z_2 e^2}{R},$$

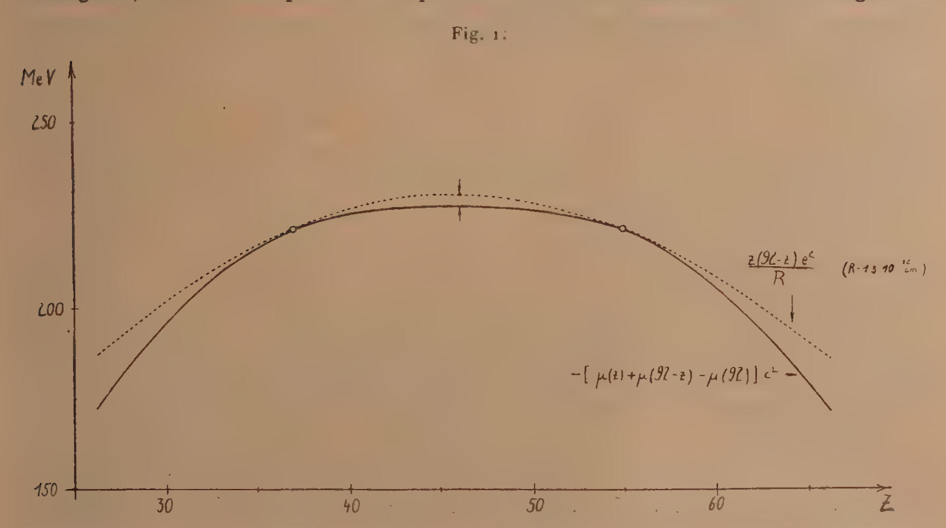
où $\mu(Z)$ représente la masse du noyau de charge Z et $Z_1 + Z_2 = Z$. Bien

(¹) J. Thibaud et A. Moussa, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 652 et 744.

(²) O. Frisch et L. Meitner, *Nature*, **143**, 1939, p. 239; J. Solomon, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 570.

que les masses nucléaires ne soient pas connues avec une grande précision et bien que les masses des noyaux produits par la rupture ne puissent pas être identifiées avec celles des isotopes stables, le caractère des courbes de la figure, où l'on a représenté séparément les deux membres de l'inégalité

Fig. 1.



ci-dessus (en admettant les données de Dempster), indique que le domaine le plus favorable pour la rupture est donné par $Z_1 = 37$ et $Z_2 = 55$. Une rupture symétrique, $Z_1 = Z_2$, serait plus défavorable, car il manquerait au bilan énergétique (quantité entre flèches, *fig.* 1) quelques millions de volts. Même cette différence énergétique faible peut cependant réduire la probabilité de rupture d'une façon importante : de 10 à 1.

2. Cependant, un modèle de potentiel aussi simple ne peut pas rendre compte de la grande stabilité des noyaux lourds dans l'état fondamental.

D'après les mesures de M. Thibaud, la période de rupture spontanée du noyau U^{92}_{238} dans l'état fondamental serait extrêmement longue, si même elle peut se produire,

$$\lambda_1 < 10^{-23}\ \text{sec}^{-1}.$$

Par contre la période de rupture du noyau U^{92}_{239}, excité par le bombardement neutronique, est assez courte :

$$\lambda_2 \geqq 10^{+13}\ \text{sec}^{-1} \quad (^3).$$

---

(3) Il est actuellement impossible d'obtenir une valeur très exacte pour λ_2 puisque la longueur d'ondes neutroniques, principalement responsables du phénomène de

Bien que l'excitation du noyau formé par la capture d'un neutron ne puisse dépasser 10 MeV, elle peut donc augmenter la probabilité de rupture d'un facteur supérieur à 10^{36}. Ce fait ne pourrait être attribué qu'aux propriétés d'un système nucléaire formé de plusieurs corps, d'après les idées de Bohr. La grandeur du rapport λ_2/λ_1 indique que le phénomène de la rupture se produit d'après des lois qui se rapprochent de celles de la mécanique classique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Potentiel de dissolution. Cas de l'aluminium en présence de divers gaz.* Note de Mlle **Nathalie Goldowski**, transmise par M. Aimé Cotton.

Lorsqu'on étudie le potentiel de dissolution, on ne se trouve jamais en présence d'un métal *nu*. Tous les métaux subissent plus ou moins l'action du milieu ambiant, qui provoque, à la surface métallique, une pellicule dont la composition est fonction de celle du milieu environnant.

Ce phénomène est la cause de la divergence de résultats trouvés par différents auteurs, pour un même métal dans un même électrolyte. Nous avons voulu préciser l'influence de la composition et du degré d'humidité du milieu, dans lequel le métal séjourne avant la mesure, sur le potentiel du métal. Nous avons choisi pour cette étude l'aluminium, métal particulièrement oxydable, qui présente un exemple très caractéristique.

Méthode d'étude. — *a. Préparation du métal.* — Le métal était de l'aluminium pur (99,99 pour 100). On en a usiné une éprouvette cylindrique, qui a été recouverte d'un vernis isolant. Sur cette éprouvette on décapait une surface de 5^{mm^2} environ. Le décapage se fait à l'aide d'une fraise en diamant, en présence du gaz dont on veut étudier l'action sur le métal. Une fois la surface décapée, on la laisse en présence de ce gaz pendant 10 minutes environ. Puis on plonge l'éprouvette dans l'électrolyte et l'on commence la mesure proprement dite. Le temps de passage de l'éprouvette dans l'air est de l'ordre d'une fraction de seconde, de sorte qu'on a négligé son influence.

b. Méthode de mesure. — Nous avons mesuré la différence de potentiel entre l'aluminium et une électrode au calomel plongés dans une solution de NaCl à 1 pour 100, en utilisant la méthode d'opposition.

---

rupture, n'est pas encore établie d'une façon univoque. Si nous admettons que l'énergie des neutrons efficaces est de l'ordre 1 MeV, un sur dix neutrons atteignant le noyau doit provoquer une rupture.

Le récipient contenant l'éprouvette à essayer ainsi que l'électrode d'opposition sont placés dans un thermostat réglé à $t^{\circ} = 30^{\circ} \pm 0,1$. Un dispositif photographique permet d'enregistrer la variation du potentiel en fonction du temps. La durée de la mesure varie entre 12 et 24 heures.

Résultats. — Les résultats sont résumés dans le tableau ci-après.

Gaz.	Valeur du potentiel (en volts).	Observations.
Air	0,720-0,820	Le début correspond à $0^{v},720$; au bout de deux heures environ le potentiel commence à croître et atteint finalement la valeur $0^{v},820$ et se stabilise.
Oxygène sec	0,825	Oscillation de $0^{v},025$ à $0^{v},075$ autour de $0^{v},825$. La fréquence des oscillations atteint 50 à l'heure env.
Oxygène hum.	1,000-0,700	Diminution constante du potentiel. Au bout de vingt-quatre heures le potentiel n'est pas encore stabilisé.
Hydrogène sec	0,650-0,575	Oscillations entre $0^{v},575$ et $0^{v},650$.
Hydrogène hum.	0,750	Oscillations régulières de $0^{v},025$, avec une fréquence de 20 périodes par heure environ autour de $0^{v},750$.
CO^2 sec	0,750	Oscillations de $0^{v},05$ environ autour de $0^{v},750$. La fréquence des oscillations est de 20 par heure env.
CO^2 humide	1,135	Potentiel stable.
SO^2	0,500	Le début correspond à $0^{v},750$. Une décroissance régulière pendant une heure environ mène le potentiel à $0^{v},460$, puis on trouve un accroissement suivi d'une oscillation autour de $0^{v},500$.
Ammoniac	1,000-0,550	Le début correspond à $1^{v},100$, un abaissement brusque fait tomber le potentiel à $1^{v},00$ qui reste stable pendant seize heures environ. Un deuxième abaissement brusque se produit alors, et le potentiel tombe à $0^{v},550$. Cette valeur reste stable.

Conclusion. — Les résultats que nous avons obtenus nous conduisent à penser qu'on se trouve en présence de deux altérations superficielles successives du métal.

La première altération est due à l'action directe du gaz sur le métal : il semblerait que l'aluminium absorbe les gaz, formant soit par voie chimique, soit par voie physique, une couche superficielle plus ou moins stable. On pourrait rapprocher ces considérations des résultats déjà connus sur l'absorption du gaz par le verre et par le mercure [1]. Pour ce dernier la réaction entre le mercure et le milieu environnant se traduit par une simple absorption du gaz, imputable à la couche superficielle.

---

(1) Popescu, *Thèse de Doctorat*, Paris, 1924.

La deuxième altération est due à l'électrolyte, qui agit non sur le métal, mais sur la couche superficielle. La transformation ou la destruction de cette couche, au contact de l'électrolyte, est concomitante de la variation du potentiel en fonction du temps.

En faisant appel à la distinction, dans la couche de passage, d'un domaine quasi métallique et d'un domaine quasi électrolytique (J. Villey, *Annales de Chimie et de Physique*, 1911), on pourrait expliquer les deux phases de la réaction de la façon suivante :

La réaction entre le gaz et le métal est une réaction purement métallique;

La réaction entre l'électrolyte et le métal ne peut être considérée comme purement électrolytique que quand il y a départ d'ions métalliques dans la solution. Or ceci dépend entre autres de la perméabilité de la couche superficielle. De sorte qu'à partir du moment où le métal est plongé dans le liquide, une réaction complexe a lieu qui n'est ni purement métallique ni purement électrolytique, ce qui rend encore plus difficile l'interprétation du phénomène.

Dans tous les cas, quant à la définition du potentiel de dissolution d'un métal par rapport à un électrolyte, celle-ci n'est possible que si le métal n'a subi avant la mesure aucun contact avec un milieu gazeux de nature quelconque.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Équilibre thermique entre* Nb^2O^4 *et* H^2O. Note de M. **Pierre Süe**, transmise par M. Paul Lebeau.

J'ai récemment [1] mis en évidence l'intense pouvoir réducteur du tétroxyde de niobium Nb^2O^4 vis-à-vis de divers composés oxygénés (CO^2, SO^2, N^2O^4, CO^3Na^2, SO^4Na^2, etc.), qui l'oxydent en pentoxyde de niobium Nb^2O^5. J'ai complété cette étude en examinant cette fois spécialement l'oxydation du tétroxyde par la vapeur d'eau. L'étude de cet équilibre permet de préciser les conditions de l'oxydation, et d'apporter par le calcul une nouvelle valeur aux trop peu nombreuses données thermochimiques du niobium.

Le tétroxyde de niobium chauffé en présence de vapeur d'eau, libère de l'hydrogène en s'oxydant en pentoxyde :

$$Nb^2O^4 + H^2O \rightleftharpoons Nb^2O^5 + H^2 + Q.$$

---

(1) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 440; *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, 6, 1939 (sous presse).

La nacelle remplie de tétroxyde est placée dans un tube de porcelaine chauffé par un four électrique. Des manchons en fer entourant ce tube et un régulateur électrique sensible permettent d'obtenir une température constante à 2 ou 3 degrés près. Un manomètre à mercure et un petit ballon contenant l'eau pour effectuer la réaction sont réunis au tube de porcelaine. Après avoir fait le vide dans l'appareil et porté le tétroxyde à une température déterminée, la pression totale mesurée à l'équilibre donne la somme des pressions partielles de l'hydrogène et de la vapeur d'eau.

Appliquons à ce système bivariant l'équation simplifiée de la loi de Nernst

$$\operatorname{Log} K = \frac{+Q}{4,57\,T} + \Sigma\nu\, 1,75 \log T + \Sigma\nu \text{ const.}$$

Une molécule gazeuse existant dans chaque membre, les termes en $\log T$ disparaissent. Les constantes chimiques de l'eau et de l'hydrogène étant 3,6 et 1,6, le terme en $\Sigma\nu$ const. est par suite égal à -2. Dans l'équation, K représente le rapport p_{H^2}/p_{H^2O}, et la quantité de chaleur Q est donnée par la relation

$$+Q = (\log p_{H^2} - \log p_{H^2O} + 2)\, 4,57\,T.$$

Nous avons groupé dans le tableau ci-dessous les résultats d'un essai portant sur $0^g,616$ de tétroxyde de niobium. Les mesures effectuées, soit dans le sens du dégagement d'hydrogène, soit dans le sens de l'absorption, montrent que la réaction est parfaitement réversible. Les tensions fixes à l'équilibre sont atteintes en quelques heures. Le système est bien bivariant, car en extrayant de l'hydrogène de temps en temps, les conditions d'équilibre ne sont pas modifiées. Nous avons constaté dans cette expérience et dans d'autres comparables, que pour des températures inférieures à 1000°C. la vitesse de réaction est très ralentie, et les tensions ne sont plus reproductibles.

Température centigrade de Nb^2O^4.	Température absolue T.	Pression totale (en cm).	Température centigrade de l'eau.	Pression (en cm) de l'eau.	Pression (en cm) de H^2.	Q (en Kcal).	% de H^2 retiré du système.
1040	1313	33,6	27	2,65	31	18,4	–
1040	1313	32,32	22,8	2,78	29,54	18,16	28,7
985	1258	35,33	28,4	2,87	32,46	17,56	3,3
1050	1323	29,6	28,6	2,88	26,72	17,96	–
1110	1383	24,07	28,8	2,94	21,13	18,06	–
1110	1383	23,15	28,0	2,81	20,34	18,07	4,1
1170	1443	19,05	27,9	2,79	16,26	18,37	–
1170	1443	19,04	27,9	2,79	16,25	18,37	2,5

Les valeurs calculées pour Q sont excellentes et, à l'exception de la mesure faite à 985° C., elles ne diffèrent jamais de plus de 0,4 Kcal; leur moyenne est $Q = 18,2$ Kcal.

La courbe construite à partir des valeurs de $1/T$ et de $\mathrm{Log}\, p_{H^2}$ est bien une droite.

En prenant la valeur de 463,1 Kcal de G. Becker et W. A. Roth ([2]) pour la chaleur de formation du pentoxyde de niobium, et 57,8 Kcal pour celle de l'eau à l'état de vapeur, on en déduit que la chaleur de formation du tétroxyde est de $463 - (57,8 + 18,2)$, soit $Nb^2O^4 = 387$ Kcal. La chaleur d'oxydation de Nb^2O^4 pour un atome d'oxygène est donc de 76 Kcal.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Isomérisation du phényl-1 vinyl-2 époxy-1.2 butane en phénylvinyléthylacétaldéhyde et déshalogénation de l'iodhydrine correspondante en phényl-3 hexène-1 one-4*. Note de M. **Yves Deux**, présentée par M. Auguste Béhal.

Le sens de la rupture de l'anneau époxydique dans l'isomérisation des époxydes substitués et le mode de fixation des acides hypohalogéneux sur les dérivés éthyléniques correspondants permettent de renseigner sur les capacités affinitaires relatives des radicaux ou des groupes de radicaux substituants. On a pu déjà comparer ainsi les radicaux aromatiques avec deux radicaux aliphatiques et constater que la capacité affinitaire de l'anisyle est supérieure à celle de deux méthyles, alors que celle du phényle lui est inférieure, comme elle est inférieure au vinyle et au méthyle ([1]) associés.

Dans le présent travail j'ai comparé le phényle à deux radicaux aliphatiques en C^2, le vinyle et l'éthyle, et j'ai pu constater que ces deux radicaux associés l'emportent sur le phényle; en effet, la fixation de IOH conduit à l'iodhydrine $C^6H^5-CHI-C(OH)(C^2H^5)CH=CH^2$ et, d'autre part, la rupture de l'anneau époxydique se fait du côté des deux radicaux vinyle et éthyle :

$$\underset{\diagdown O \diagup}{C^6H^5-CH-C}(C^2H^5)CH=CH^2 \rightarrow CHO-C(C^6H^5)(C^2H^5)CH=CH^2.$$

([2]) *Zeits. Phys. Chem.*, A, 167, 1933, p. 16-18.

([1]) Yves Deux, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1017.

Si l'on compare cette isomérisation avec rupture unilatérale du côté des deux radicaux aliphatiques associés à celle de l'oxyde de phénylméthyléthyléthylène dont la rupture se produit dans les deux sens, on peut en déduire que la capacité affinitaire du vinyle est supérieure à celle du méthyle.

La structure de l'iodhydrine est prouvée par sa déshalogénation argentique, qui conduit à la phényl-3 hexène-1 one-4 par transposition semipinacolique avec migration du vinyle et non de l'éthyle :

$$C^6H^5 + CHI-C(OH)(C^2H^5)CH = CH^2 \rightarrow CH^2 = CH(C^6H^5)CH-CO-C^2H^5.$$

Préparation du phényl-1 éthyl-2 butadiène. — Ce carbure Éb$_{14}$ 110-111°, (N_D^{20} 1,576, D_{19} 0,9288) s'obtient (Rend. 60 %) par déshydratation du phényl-1 éthyl-2 butène-1 ol-3 qui résulte de l'action de $IMgCH^3$ sur le phényl-1 éthyl-2 propénal (Éb$_{14}$ 126-128°), oxime F. 108-109° semi-carbazone F. 216-217, obtenu lui-même en condensant le benzaldéhyde avec la combinaison bisulfitique de butanal en présence de potasse.

Obtention et isomérisation de l'époxy-1.2 phényl-1 éthyl-2 butène-3. — Le carbure ci-dessus est soumis à l'action de la chlorurée; il y a fixation de ClOH en 1.2 avec formation d'une chlorhydrine qui est traitée en solution éthérée par la potasse sèche pulvérisée. On obtient ainsi l'époxyde (Éb$_{14}$ 114-115°, N_D 1,564) dont les vapeurs émises sous un vide de 14^{mm} sont portées à 250-300°. On obtient un produit aldéhydique d'odeur piquante (Éb$_{14}$ 115-116°; N_D^{19} 1,567; semi-carbazone F. 160°). Ce produit soumis à l'hydrogénation ménagée sur le nickel de Raney fournit le diéthylphénylacétaldéhyde qu'on a identifié au produit obtenu par J. Lévy en déshydratant le phényl-1 éthyl-2 butanediol (2). L'aldéhyde non saturé obtenu ci-dessus a donc la formule $C^6H^5(C^2H^5)C(CHO)CH = CH^2$. Sa formation résulte d'une transposition semihydrobenzoïnique par rupture de l'anneau époxydique du côté des deux radicaux vinyle et éthyle.

Fixation de IOH *sur le phényl-1 éthyl-2 butadiène et déshalogénation argentique de l'iodhydrine ainsi obtenue.* — On fait agir l'iode et l'oxyde de mercure sur une solution éthéro-aqueuse phényl-1 éthyl-2 butadiène. La solution éthérée de l'iodhydrine, lavée au bisulfite puis à l'eau, est agitée pendant plusieurs heures avec une solution aqueuse saturée de nitrate d'argent. Après avoir décanté et lavé à l'eau, puis séché sur sulfate de soude, on évapore l'éther et entraîne à la vapeur d'eau le résidu; celui-ci distillé sous 14^{mm} passe à 120° (N_D 1,570) et fournit une semi-carbazone F. 148°. Ce produit est la phényl-3 hexène-1 one-4; en effet, par chauffage avec la potasse alcoolique il se scinde en acide propionique (amide F. 79°) et en allylbenzène $C^6H^5-CH^2-CH=CH^2$.

Conclusions. — 1° La capacité affinitaire du radical phényle est plus faible que celle des deux radicaux aliphatiques associés, l'éthyle et le vinyle.

---

(2) J. Lévy et M. Tabart, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 401.

2° La capacité affinitaire du vinyle est plus forte que celle du méthyle.

3° L'aptitude migratrice du vinyle l'emporte exclusivement sur celle de l'éthyle.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des dérivés organomagnésiens sur la chloro-1 cyclohexylméthylcétone et la chloro-1 cyclohexylphénylcétone; remplacement secondaire du chlore par transposition pinacolique.* Note de M. **Otto Sackur**, présentée par M. Auguste Béhal.

Nous avons montré [1] que l'action d'un dérivé organomagnésien RMgX sur l'α-bromocyclohexylformaldéhyde conduit à un produit transposé résultant de la déshalogénation de la bromhydrine intermédiairement formée mais non isolable à cause de la grande mobilité de l'halogène. Pour décider si cette mobilité est due au voisinage de la fonction aldéhydique ou au caractère tertiaire de l'halogène et sa fixation sur un anneau cyclanique, nous avons étudié d'une part l'action de CH^3MgX et de C^6H^5MgX sur la chloro-1 cyclohexylméthylcétone et, d'autre part, l'action de CH^3MgX sur la chloro-1 cyclohexylphénylcétone. Dans ce cas également et contrairement à ce qui se passe dans le cas des α-chlorocyclohexanones [2], il a été impossible d'isoler les chlorhydrines intermédiaires dont la formation a toutefois été démontrée.

En effet l'action de C^6H^5MgX sur $C^6H^{10}Cl—CO—CH^3$ et celle de CH^3MgX sur $C^6H^{10}Cl—CO—C^6H^5$ doit conduire à la même chlorhydrine $C^6H^{10}Cl—C(OH)\langle{}^{C^6H^5}_{CH^3}$ qui, par transposition, fournit comme nous l'avons vérifié, une cétone unique, la phényl-1 cyclohexylméthylcétone $C^6H^{10}—(C^6H^5)CO—CH^3$; alors que, s'il y avait remplacement direct de l'halogène par le radical du dérivé magnésien, on aurait obtenu deux cétones différentes :

$$>CCl—CO—C^6H^5 \xrightarrow{IMgCH^3} >CCl—C(OMgI)(CH^3)C^5H^6 \rightarrow >C(C^6H^5)—CO—CH^3.$$

On voit que dans cette réaction le chlore n'a pas été remplacé par le radical de l'organomagnésien, mais par le radical phényle consécutivement à une migration secondaire de ce radical.

(1) Tchoubar et Sackur, *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 1105.

(2) M. Tiffeneau et B. Tchoubar, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 941.

Pour vérifier que la cétone obtenue par action de CH^3MgX sur $C^6H^{10}ClCOC^6H^5$ se forme par déshalogénation directe de la chlorhydrine et sans passage par l'époxyde, nous avons préparé ce dernier par oxydation perbenzoïque du carbure éthylénique correspondant $>C{=}C(C^6H^5)CH^3$, et nous l'avons isomérisé par chauffage à 300° sur la terre d'infusoires, ou encore par action du chlorure de zinc ou de l'éthérate de bromure de magnésium. Nous avons obtenu ainsi un produit différent qui est probablement la phényl-1 méthyl-1 cycloheptanone-2.

Nous avons, d'autre part, fait agir $IMgCH^3$ sur la chloro-1 cyclohexylméthylcétone, et nous avons obtenu la méthyl-1 cyclohexylméthylcétone $C^6H^{10}(CH^3)COCH^3$ qui a été identifiée en la comparant à la cétone synthétique (semi-carbazone F. 182°).

Par comparaison à la cétone synthétique nous avons pu établir que c'est bien la méthyl-1 cyclohexylméthylcétone $C^6H^{10}(CH^3)COCH^3$ dont la semicarbazone fond à 182° et non l'α-α-diméthylcycloheptanone, comme l'a signalé par erreur Tarbouriech ([3]).

Mode opératoire. — La chloro-1 cyclohexylméthylcétone et la chloro-1 cyclohexylphénylcétone utilisées dans ces recherches ont été décrites récemment ([4]). On fait tomber goutte à goutte une molécule de dérivé organomagnésien dans une molécule de cétone chlorée diluée dans son volume d'éther et refroidi à —10°. On chauffe à l'ébullition; après avoir distillé le solvant on chauffe encore 15 minutes à 130° au bain d'huile. On décompose par l'eau acidulée et l'on obtient les cétones décrites ci-après. Pour essayer d'obtenir les chlorhydrines on décompose immédiatement après l'addition de l'organomagnésien par un excès d'acide dilué glacé.

1° *Phényl-1 cyclohexylméthylcétone* F. 35° (semi-carbazone F. 223-224°; C 68,89; H 8,21; oxime F. 137-138°). Cette cétone a été obtenue en opérant dans les conditions ci-dessus et en faisant agir soit $IMgCH^3$ sur la chloro-1 cyclohexylphénylcétone, soit $BrMgC^6H^5$ sur la chloro-1 cyclohexylméthylcétone

$$>CCl{-}CO{-}CH^3 \xrightarrow{BrMgC^6H^5} >C(C^6H^5)CO{-}CH^3 \xleftarrow{IMgCH^3} >CCl{-}CO{-}C^6H^5.$$

2° *Méthyl-1 cyclohexylméthylcétone.* Eb_{16} 80-85° (semi-carbazone F. 182°). Cette cétone a été obtenue en faisant agir $IMgCH^3$ soit sur la chloro-1 cyclohexylméthylcétone (transposition pinacolique), soit sur l'amide de l'acide méthyl-1 cyclohexylcarbonique récemment décrite ([4]). (Réaction non transpositrice.)

3° *Oxyde du cyclohexylidènephénylméthylmétane.* Eb_{16} 157-158°; n_D^{16} 1,532; D_4^{14} 1,0314. Cet oxyde a été préparé par l'action de l'acide perbenzoïque sur le carbure correspondant, déjà connu ([5]).

Conclusions. — Dans l'action des organomagnésiens sur la choro-1

([3]) *Comptes rendus*, 156, 1914, p. 75.

([4]) B. Tchoubar et O. Sackur, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1020.

([5]) Sabatier, *Comptes rendus*, 139, 1904, p. 345.

cyclohexylméthylcétone et sur la chloro-1 cyclohexylphénylcétone il y a formation initiale des chlorhydrines correspondantes non isolables; puis, par déshalogénation, il y a migration de l'un des radicaux qui vient remplacer secondairement l'halogène de la cétone initiale.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Structure et absorption des colorants hydroxylés du triphénylméthane. Existence de formes isomères des hydroxyfuchsones.* Note de Mme **Pauline Ramart-Lucas**, présentée par M. Marcel Delépine.

De très nombreux travaux ont eu pour but d'établir la structure des sels colorés des phtaléines, et l'on attribue, assez généralement, à ces sels la forme quinonique. Cependant aucun argument décisif n'a encore permis soit de confirmer définitivement cette structure, soit encore de rejeter celles qui ont été proposées par H. Meyer [1], Acrée [2] et par Fasmann [3].

J'ai pensé qu'une étude générale des spectres d'absorption des colorants hydroxylés du triphénylméthane permettrait non seulement de préciser la structure des colorants hydroxylés dérivés de la fuchsone, mais encore celles des sulfones phénolphtaléines et des phénols phtaléines. Les relations qui existent entre les structures de ces diverses séries de colorants apparaissent clairement si l'on observe qu'ils dérivent respectivement de la fuchsone (I), de son dérivé orthosulfoné (II) et de son acide ortho-carboxylique (III)

$$\text{(I)}\quad \begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix}\!\!>\!C{=}C^6H^4{=}O \qquad \text{(II)}\quad \begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^4 \\ \quad SO^3H \end{matrix}\!\!>\!C{=}C^6H^4{=}O \qquad \text{(III)}\quad \begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^4 \\ \quad COOH \end{matrix}\!\!>\!C{=}C^6H^4{=}O,$$

Le fait que la présence du groupe SO^3H ne modifie pas sensiblement la couleur des molécules, qu'il en est de même pour le groupe COOH si les corps sont colorés dans le visible, pouvait faire prévoir que les spectres d'absorption de ces trois séries de corps qui ont même structure, d'après les schémas (I), (II), (III) par lesquels on les représente ordinairement, seraient semblables (compte tenu du solvant ainsi que du nombre et de la nature des substituants présents sur les noyaux aromatiques). C'est bien ce

(1) *Monatshefte für Chemie*, 20, 1899, p. 337.
(2) *Amer. Chem. Journ.*, 39, 1908, p. 528.
(3) *Rec. Tr. Chim. des Pays-Bas*, 46, 1927, p. 653.

que l'expérience a vérifié : dans certaines conditions de solvant et de dilution, les sulfones phtaléines et les phtaléines ont une absorption semblable à celle de la fuchsone, comme on peut le voir sur la figure 1 qui contient les courbes d'absorption de quelques-unes de ces substances.

Pour discuter cette structure des colorants d'après leurs spectres, j'ai cherché l'effet produit sur l'absorption du triphénylméthane par introduction successive de chacun des chromophores dont on présume l'existence dans les colorants, et aussi par les modifications que l'on peut éventuellement faire subir à ces chromophores (salification, éthérification).

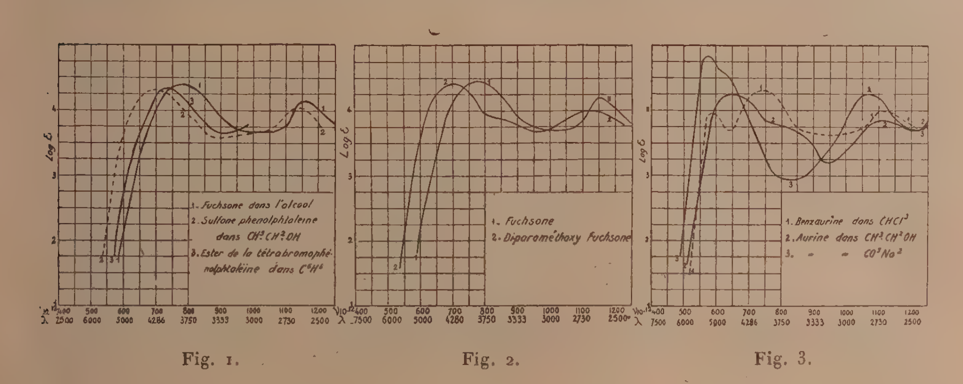


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Quand on passe du triphénylméthane à son carbinol, l'absorption varie peu, la substitution ayant lieu sur le carbone méthanique. L'introduction d'un OH phénolique, conduisant au paraoxytriphénylcarbinol (IV), produit l'effet bathochrome normal provenant du *couplage* entre C^6H^4 et OH (effet plus important pour le sel alcalin phénol) :

$$\text{(IV)}\quad (C^6H^5)^2{-}C\begin{matrix}\diagup C^6H^4{-}OH\\ \diagdown OH\end{matrix}\ \xrightarrow{-H^2O}\ (C^6H^5)^2{>}C{=}C^6H^4{=}O\quad \text{(V)}$$

$$\text{(VI)}\quad \begin{matrix}HO{-}C^6H^4\\ C^6H^5\end{matrix}{>}C{=}C^6H^4{=}O\qquad \begin{matrix}HO{-}C^6H^4\\ HO{-}C^6H^4\end{matrix}{>}C{=}C^6H^4{=}O\quad \text{(VII)}$$

La déshydratation de (IV), qui conduit à la fuchsone (V), est accompagnée d'un changement profond d'absorption. La fuchsone, dont la structure ne semble pas discutée, est, dans cette série, le corps le plus simple ayant un noyau quinonique. L'introduction de fonctions phénol sur la fuchsone donnant la benzaurine (VI) et l'aurine (VII) provoque un déplacement de l'absorption vers le visible. Les éthers oxydes méthyliques de (VI) et de (VII) ont (compte tenu de la présence des groupes méthoxy)

sensiblement le même spectre, et par suite la même structure que la fuchsone.

Du fait que ces composés se transforment aisément en dérivés carbinoliques en présence d'eau ou d'alcool, l'étude spectrale de leurs solutions se trouve limitée. Toutefois j'ai pu établir le fait, inconnu je crois, que les dérivés hydroxylés de la fuchsone peuvent, en solution neutre, se trouver à l'état d'équilibre sous deux formes colorées dans le visible.

J'ai en effet constaté que le spectre de la benzaurine, en solution chloroformique (*fig.* 3, courbe 1), correspond à celui d'un mélange de deux corps. L'un d'eux, soit A, possède un spectre semblable à celui de la fuchsone (compte tenu de la présence de OH), il a donc la même structure que ce dernier composé. Le spectre de l'autre corps, soit B, est tout à fait différent (forme et position des bandes).

En ce qui regarde l'aurine, le spectre de sa solution alcoolique est analogue à la fois à celui de son éther oxyde (*fig.* 2, courbe 2) et à celui de la fuchsone (*fig.* 3, courbe 2). Dans l'alcool, l'aurine possède donc la même structure que le corps A. En solution alcaline, le spectre de cette aurine (*fig.* 3, courbe 3) est très différent et présente vers le rouge une analogie avec le spectre de la forme B de la benzaurine.

En conclusion, d'après leurs spectres, les hydroxyfuchsones peuvent, en solution, prendre deux formes colorées. L'une d'elles (soit A) qui, ayant le même spectre, et par suite la même structure que la fuchsone, serait la forme normale. La structure de l'autre forme (soit B) sera discutée en même temps que celles qui possèdent également, d'après leurs absorptions, ces deux formes A et B. On verra que cette étude spectrale permet d'écarter définitivement les hypothèses émises par H. Meyer, Acrée, Fasmann concernant la structure des phtaléines, et d'établir cette structure.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude spectrale de la tétralone* β *et de l'indanone* β. Note de Mlle **Dinah Biquard**, présentée par M. Marcel Delépine.

Au cours d'une étude sur les spectres Raman de quelques cétones cycliques (cyclanones, décalones, benzocyclanones), j'ai été amenée à préparer la tétralone β et l'indanone β afin de comparer leurs spectres Raman à ceux de leurs isomères α étudiés précédemment ([1]) et de déterminer l'influence exercée par le noyau benzénique sur le groupe C = O.

([1]) *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 1721; **206**, 1938, p. 1824; **207**, 1938, p. 352.

J'ai observé que l'intensité de la raie caractéristique de la liaison C = O était nettement plus faible dans le cas des isomères β. Ceci peut s'expliquer par le fait que le couplage entre le radical aromatique et le carbonyle est moins intense lorsque ces deux groupes sont séparés par un $-CH^2-$ (cétones β) que lorsqu'ils sont liés directement (cétones α).

D'ailleurs, en comparant les intensités croissantes de la raie caractéristique de la liaison C = O pour l'acétone, l'acétophénone et la benzophénone, on constate que la présence d'un noyau aromatique provoque également une augmentation de l'intensité de cette raie.

De même, en ce qui concerne l'absorption de ces cétones dans l'ultraviolet moyen, les deux chromophores C^6H^4 et CO étant séparés par un CH^2, leurs courbes d'absorption se trouvent plus près de l'ultraviolet que celles des isomères α correspondants étudiés par Mme Ramart et J. Hoch (2).

Dans le cas de la tétralone β, le spectre d'absorption de ce composé, en ce qui concerne la forme et la position des bandes, est assez semblable au spectre d'un mélange d'*o*-xylène et de cyclopentanone ; seule l'intensité de l'absorption est plus élevée.

Les spectres d'absorption ont été étudiés en solution alcoolique et cyclohexanique; dans le cas des cétones β, l'influence du solvant est faible, celle-ci ne s'exerçant que sur des chromophores entre lesquels le couplage est faible (3).

Les spectres Raman des isomères β, indanone β en poudre ou fondue ($t = 72°$), tétralone β, n'ont pu être obtenus par l'excitation de la raie 4046 Å du Hg, car il a toujours été nécessaire d'utiliser un filtre Noviol A afin d'éviter un fond continu intense.

Fréquences caractéristiques de la liaison C=O *en* cm^{-1}.

	α.	β.
Indanone fondue	1714	1747 (?)
Indanone en poudre	1703 1716	1739 1751
Tétralone	1682	1717

Dans le cas de la tétralone β, pour un cliché Raman assez peu posé, j'ai pu observer un dédoublement de la raie cétonique (ν_1 1708, ν_2 1720).

---

(2) *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, 2, 1935, p. 327.
(3) Mme Ramart, *Traité de Chimie organique de V. Grignard*, 2, p. 77, Paris, 1934.

J'ai préparé la β-indanone par saponification ([4]) du monométhyléther de l'indanediol ([5]).

La β-tétralone a été obtenue suivant les indications de von Braun et ses collaborateurs ([6]). Il est à remarquer que j'ai pu obtenir aisément et avec un bon rendement la base $C^{10}H^{10}(OH)N(CH^3)^2$ en chauffant dans l'alcool absolu un mélange, en quantités équimoléculaires, de bromhydrine de la tétraline, de bromhydrate de diméthylamine et de carbonate de potassium.

En résumé, l'étude spectrale comparative (ultraviolet, effet Raman) des tétralones et des indanones α et β met en évidence une différence entre les propriétés spectrales de ces substances. Cette différence doit être attribuée à une modification dans le couplage des groupes CO et C^6H^5 suivant leurs positions respectives.

PHYSIQUE CRISTALLINE. — *L'influence de la température sur la plasticité et sur la rupture des cristaux.* Note ([1]) de M. **Jean Ekstein**, présentée par M. Charles Mauguin.

Si l'on envisage la rupture ou le glissement plastique comme un déplacement brusque de deux parties cristallines l'une par rapport à l'autre, on arrive à une contradiction avec l'expérience. Les tensions nécessaires, calculées d'après cette simple image, sont de 1000 à 10000 fois supérieures à celles que l'on observe ([2]). On a été amené à penser que les deux processus se font progressivement, par la production et propagation continue d'irrégularités : fissures ou décalages.

Plusieurs auteurs ont fait appel aux fluctuations thermiques pour expliquer l'apparition des irrégularités ou leur développement quand elles préexistent ([3]). La vitesse de production et de propagation des irrégularités devrait alors diminuer exponentiellement quand la température s'abaisse. Or l'expérience n'a pas montré une variation aussi brusque ([4]).

([4]) F. Heusler et H. Schieffer, *Ber. d. chem. Ges.*, 32, 1899, p. 31.

([5]) Hückel, *Lieb. Ann.*, 518, 1935, p. 175

([6]) Von Braun, Braunsdorf et Kirschbaum, *Ber. d. chem. Ges.*, 55, 1922, p. 3648; Von Braun et Weissbach, *Ber. d. chem. Ges.*, 63, 1930, p. 3052.

([1]) Séance du 27 mars 1939.

([2]) M. Polanyi, *Z. Physik*, 7, 1921, p. 323.

([3]) R. Becker, *Phys. Z.*, 26, 1925, p. 919; Orowan, *Z. Physik*, 89, 1934, p. 605 et 614; A. Smekal, *Ergebnisse d. exakten Naturwiss.*, 15, 1936, p. 106; G. I. Taylor, *Proc. Roy. Soc.*, A, 145, 1934, p. 362.

([4]) R. Becker, *loc. cit.*; W. Boas et E. Schmid, *Z. Physik*, 100, 1936, p. 464.

La considération du mouvement atomique au zéro absolu permet de compléter cette théorie. Le processus élémentaire de la propagation des irrégularités est un déplacement anormalement grand de la position d'équilibre d'un ou de plusieurs atomes. Pour calculer la probabilité de ce processus, nous nous servirons de l'image grossière d'oscillateurs monochromatiques, qui est à la base de la théorie des chaleurs spécifiques d'Einstein.

Prenons comme modèle, un cristal du type NaCl. L'oscillateur virtuel à considérer a alors la masse réduite μ avec $1/\mu = 1/m_1 + 1/m_2$, m_1 et m_2 étant les masses des deux atomes.

Au zéro absolu, la fonction d'onde Ψ_0 d'un tel oscillateur est celle qui correspond à l'énergie la plus petite $E_0 = h\nu/2$. Nous pourrons tirer ν soit de la bande d'absorption infrarouge, soit de la chaleur spécifique. Dans ce cas, ν sera relié à la température caractéristique par $h\nu = k\Theta$.

La probabilité d'une élongation comprise entre x et $x + dx$, est

$$(1) \qquad P'_0 = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{4\pi^2\nu\mu}{h}}\, e^{-\frac{4\pi^2\nu\mu}{h}x^2}.$$

La probabilité d'une élongation qui dépasse x est la somme

$$(2) \qquad P_0 = \int_x^\infty P'_0\, dx = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{h}{4\pi^2\nu\mu}}\, e^{-\frac{4\pi^2\nu\mu}{h}x^2} \left(\frac{1}{2x} + \ldots\right).$$

Comparons cette expression à la probabilité P'_B qui résulterait d'un calcul basé sur la statistique de Boltzmann. P'_B est proportionnelle à $e^{-\frac{E_p}{kT}}$ où E_p signifie l'énergie potentielle $2\pi\nu^2\mu x^2$ qui correspond à l'élongation x. Donc

$$(3) \qquad P'_B = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{2\pi^2\nu^2\mu}{kT}}\, e^{-\frac{2\pi^2\nu^2\mu}{kT}x^2}.$$

D'où

$$P_B = \int_x^\infty P'_B\, dx = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{kT}{2\pi^2\nu^2\mu}}\, e^{-\frac{2\pi^2\nu^2\mu}{kT}x^2} \left(\frac{1}{2x} + \ldots\right).$$

On peut remarquer que les deux expressions (1) et (3) sont égales pour une température telle que

$$kT = \frac{h\nu}{2} \qquad \text{ou} \qquad T = \frac{\Theta}{2}.$$

Cela correspond à $T = 210°$K. pour NaCl, 150°K. pour Zn, 85°K. pour Cd, 170°K. pour Al. *La fluctuation statistique qui peut causer la déformation*

plastique ou la rupture est donc assez forte, même au zéro absolu : elle est égale à la fluctuation qu'on trouverait pour une température de 100 à 200° K. dans la statistique de Boltzmann, si l'on ne tenait pas compte de la correction quantique. Étant donné l'importance de cette correction à basse température, on ne doit pas s'attendre à trouver une diminution exponentielle de la vitesse d'écoulement plastique. Par contre, à partir de la température ambiante, la correction quantique étant relativement petite, on retrouve l'allure exponentielle de la courbe de Becker. On peut expliquer ainsi les résultats apparemment contradictoires, d'une part de Becker, et, d'autre part, de Boas-Schmid.

Il est intéressant de se rendre compte de l'ordre de grandeur des probabilités en jeu. Pour une élongation de 15 pour 100 ($x = 4,21 . 10^{-9}$ cm) dans le cas de NaCl, (2) donne $P_0 = 4,7 . 10^{-7}$. Dans un cube d'arête égale à 130 distances atomiques, il y a donc un atome en moyenne qui a une élongation supérieure à 15 pour 100.

GÉOPHYSIQUE. — *Volcanisme et chimie nucléaire.* Note (1) de M. **Jacques Noetzlin**, présentée par M. Jean Perrin.

F. Joliot, H. von Halban et L. Kowarski d'abord (2), Ch. Haenny et A. Rosenberg ensuite (3) ont montré que le processus de rupture de l'uranium attaqué par des neutrons thermiques donnait naissance à des neutrons supplémentaires porteurs d'une fraction de l'énergie libérée dans la réaction. Il semble donc bien établi qu'on se trouve, pour la première fois, en présence d'une réaction neutrogène et exoénergétique. Cette observation nouvelle fournit un fondement expérimental à une hypothèse sur l'origine des phénomènes volcaniques, qui était restée jusqu'ici purement spéculative, l'hypothèse nucléaire.

Les expériences de chimie nucléaire pratiquées jusqu'ici ne nous ont pas encore présenté d'équivalents des réactions à l'échelle molaire qui sont la règle en chimie moléculaire : notre chimie nucléaire est encore strictement restreinte à des réactions individuelles entre noyaux et particules élémentaires. Au contraire, en astrophysique, les réactions nucléaires à grande

(1) Séance du 27 mars 1939.

(2) *Nature*, **143**, 1939, p. 470.

(3) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 898.

échelle sont considérées comme le mécanisme fondamental de la vie des étoiles. Aucune impossibilité absolue ne s'oppose donc à l'amorçage, ni à l'entretien de telles réactions entretenues, par exemple, par un mécanisme par chaînes. Celles-ci ont simplement, dans les conditions jusqu'ici réalisées dans les laboratoires, une probabilité infiniment petite. Si donc on veut découvrir en géophysique des réactions nucléaires à l'échelle molaire, il faut en chercher les symptômes dans des phénomènes naturels rares. Je propose de considérer les éruptions volcaniques comme des symptômes de telles réactions nucléaires se déroulant dans les profondeurs de la croûte terrestre.

Le volcanisme est parmi les rares phénomènes terrestres à grande échelle sur l'origine desquels aucune explication n'a encore rallié l'unanimité des experts. Dans la littérature récente, on rencontre, soit une réserve complète (4), soit des hypothèses (5) incompatibles entre elles. Or l'une de ces hypothèses est une application d'une tentative faite anciennement par Joly (6) pour rendre compte de toute l'évolution de la croûte terrestre par un phénomène nucléaire, savoir : la radioactivité naturelle des roches. Cette thèse n'a pas été acceptée dans sa généralité par la plupart des géologues. Tous sont, par contre, d'accord pour attribuer à la radioactivité des roches le flux de chaleur rayonné par la Terre dans l'espace. Il paraîtrait donc assez naturel qu'un phénomène voisin, le volcanisme, reçoive à son tour une explication tirée de la chimie nucléaire.

Ne pouvant pas développer ici ma suggestion dans ses détails, je vais en indiquer sommairement l'application au cas qui me paraît de beaucoup le plus plausible, celui où l'agent de réaction nucléaire serait le neutron. Soit donc, en un point de la croûte terrestre, une certaine concentration d'un neutrogène : j'entends par là soit un corps présentant la réaction de rupture décrite pour l'uranium, soit, plus généralement, tout corps ou mélange de corps capable, par un mécanisme nucléaire quelconque, de produire, sans absorption d'énergie, des neutrons sous l'influence d'un bombardement de neutrons. Soit, par contre, mélangées à ce neutrogène, une ou plusieurs substances dont les noyaux sont susceptibles de réagir aux neutrons en les

---

(4) GUTENBERG, *Lehrbuch der Geophysik*, 1929.

(5) F. VON WOLFF, *Handbuch der Geophysik*, 3, I, 1930; G. KIRSCH, *Geologie und Radioaktivität*, 1928; T. JAGGAR, *Bulletin of the National Research Council of the National Academy of Sciences*, Washington, D. C., 77, 1931, p. 49.

(6) *Radioactivity and Geology*, 1909.

absorbant, avec ou sans émission de particules chargées : c'est ce que j'appellerai un neutrophage. Admettons enfin que la région dans laquelle cette distribution chimique est réalisée soit grande par rapport au libre parcours des neutrons dans la matière, de sorte que tout neutron produit dans la masse n'ait qu'une chance négligeable de s'en échapper par diffusion et soit par conséquent condamné à réagir avec l'une des espèces de noyaux présents. De ces trois conditions, je remarque tout de suite que la troisième ne s'est jamais trouvée jusqu'ici réalisée dans un laboratoire.

Je pense que le cas normal en géophysique sera celui où les concentrations des substances et les rendements des réactions neutroniques possibles seront tels qu'une multiplication des neutrons soit impossible : la matière sera stable. Supposons maintenant que, dans une de ces régions instables de la croûte terrestre comme les grands synclinaux, une distribution rare vienne à se produire, telle que la multiplication des neutrons soit possible; alors, dans le cours du temps, l'apparition fortuite de quelques neutrons à bonne portée les uns des autres suffira pour amorcer la réaction. Celle-ci étant exothermique, la température s'élèvera, de plus en plus vite à cause de la faible conductivité des roches. Il se produira des fusions, des ruptures et, à la surface de la Terre, tous les phénomènes décrits sous le nom d'éruption volcanique. Tant que le dosage nécessaire à la réaction subsistera, celle-ci s'entretiendra elle-même. Elle cessera soit si la catastrophe en disperse les éléments, soit si la réaction engendre elle-même des neutrophages puissants, ce qui paraît être le cas pour l'uranium.

En conclusion, il semble donc que la géophysique présente l'opposé des phénomènes de l'astrophysique : dans les étoiles, la synthèse exothermique des noyaux à partir des particules élémentaires, sur terre, les dernières libérations d'énergie nucléaire par la désintégration, exothermique encore, des noyaux trop lourds. Les uns explosent spontanément et donnent un flux régulier de chaleur rayonnée dans l'espace, les autres se scindent sous l'action des neutrons, donnant peut-être lieu, dans certains cas, aux catastrophes que nous appelons éruptions volcaniques. Et c'est à la concentration fortuite d'éléments neutrogènes par des phénomènes géologiques que serait due la possibilité d'une réaction explosive de ce dernier type.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *La méiose chez* Raphanus sativus. Note (¹) de Mlle **Marcelle Jouvenel-Marcillac**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

On connaît encore très peu la méiose dans les noyaux à prochromosomes. Dans un travail antérieur, nous avons pu suivre tous les stades de ce phénomène chez *Brassica campestris* (²) et nous avons constaté que la prophase hétérotypique était caractérisée par l'apparition de filaments chromatiques reliés aux prochromosomes qui restent visibles pendant toute la durée de cette phase. Il nous a paru intéressant de reprendre l'étude de ce phénomène chez d'autres Crucifères et en particulier chez *Raphanus sativus*.

Dans les préparations traitées par la méthode de Feulgen, les cellules mères définitives des grains de pollen offrent de gros noyaux constitués par un enchylème homogène qui présente une réaction nucléale diffuse et dans lequel se trouvent disséminés des prochromosomes arrondis ou ovoïdes colorés en violet foncé. Leur nombre paraît constant et nous avons pu en compter environ 18, nombre analogue à celui constaté par Guilliermond et Gautheret (³) et correspondant à celui des chromosomes d'après Miss Manton (⁴). Bientôt on voit apparaître dans ces noyaux des filaments grêles et très faiblement chromatiques qui sont reliés aux prochromosomes. Au stade leptotène, l'enchylème se décolore progressivement, tandis que les filaments prennent une teinte violette de plus en plus intense, ce qui semble indiquer qu'ils fixent la chromatine diffuse de l'enchylème; quant aux prochromosomes, ils demeurent inchangés. On observe ensuite un stade synizesis typique dans lequel le peloton chromatique, rejeté à un pôle du noyau, laisse encore distinguer des prochromosomes et des filaments. Le nucléole isolé de la masse chromatique conserve sa forme sphérique.

La chromatine se répartit ensuite dans tout le noyau et l'on passe au stade zygotène caractérisé par l'apparition d'un ou deux corps volumineux, de formes irrégulières, d'où rayonnent des filaments souvent groupés

(¹) Séance du 27 mars 1939.
(²) Mlle Jouvenel-Marcillac, *Rev. gén. Bot.*, 51, 1934, p. 4.
(³) *Rev. de Cytol. et de Cytophysiol. végét.*, 2, 1937, p. 354.
(⁴) *Ann. of Bot.*, 46, 1932, p. 519-552.

par deux. Ces corps colorés en violet intense paraissent correspondre à des amas de prochromosomes, ces derniers après s'être trouvés en contact lors du synizesis demeureraient agglutinés; quelques prochromosomes sont cependant encore distincts dans le réseau de filaments, ils diminuent un peu de volume, tandis que les filaments sur le trajet desquels ils se trouvent augmentent de chromaticité. Ensuite les travées du réseau chromatique se rompent, les filaments raccourcissent, se tassent et se disposent parallèlement deux par deux : c'est alors le stade diplotène. Les prochromosomes qui étaient restés distincts dans le réseau chromatique apparaissent prolongés à leurs deux extrémités par la partie du filament qui les portait, constituant les chromosomes et les gros corps chromatiques que nous considérons comme des chromosomes agglutinés se fragmentant pour former, avec les filaments sur lesquels ils sont inclus, les autres chromosomes. Pendant la diacinèse, les chromosomes, qui montrent encore à leur centre un nodule central correspondant au prochromosome, s'accouplent, les extrémités de l'un venant en contact avec les extrémités de l'autre. Les couples ainsi formés affectent la forme de losanges qui finissent par prendre la forme d'anneaux dont la lumière se ferme peu à peu, il se constitue ainsi neuf couples diacinétiques.

A la métaphase, la plaque équatoriale montre neuf gemini globuleux groupés suivant deux cercles concentriques, puis on voit chaque gemini se séparer en deux moitiés apparemment semblables.

Pendant l'anaphase, les chromosomes de forme sphérique gagnent leurs pôles respectifs d'une manière un peu irrégulière, et deux chromosomes issus d'un gemini restent unis par un fin tractus jusqu'à leur arrivée aux pôles.

Lors de la télophase, le nucléole et la membrane nucléaire se reforment et les neuf chromosomes sphériques émigrent vers la paroi du noyau et prennent une forme ovoïde : les noyaux fils sont ainsi constitués. Après une courte période de repos, ceux-ci se divisent synchroniquement suivant le processus de la méiose homéotypique. Pendant la prophase homéotypique les chromosomes restés individualisés dans le noyau sous forme de corpuscules ovoïdes reprennent la forme de chromosomes sphériques, puis à la métaphase, ceux-ci se groupent suivant deux cercles concentriques à l'équateur du fuseau. Il est difficile d'étudier la fissuration des chromosomes, qui a dû commencer pendant la mitose hétérotypique et la phase où les chromosomes apparaissent nettement clivés correspond déjà au début de l'anaphase. Les chromosomes fils gagnent ensuite leurs pôles respectifs sans modifier leur forme et tous en même temps. Au cours de la télophase,

quatre noyaux fils se constituent : les membranes nucléaires et les nucléoles apparaissent dans chacun d'eux : c'est alors que les chromosomes sphériques se transforment en prochromosomes plus petits et de forme ovoïde et que de nouveau l'enchylème présente une réaction de Feulgen positive.

L'étude de la mitose hétérotypique de *Raphanus sativus* montre que les chromosomes sont en relation directe avec les prochromosomes qui demeurent visibles dans tous les stades de la prophase : ils se forment aux dépens de filaments qui apparaissent au début de la prophase et sur lesquels sont inclus les prochromosomes : ces filaments s'imprègnent de la chromatine diffuse de l'enchylème et deviennent ainsi les chromosomes. A partir de la diacinèse, ces éléments se contractent et prennent une forme sphérique qu'ils conservent, bien différente de celle qu'ils offrent à la prophase somatique, selon Guilliermond et Gautheret, forme qu'ils conservent pendant toute la méiose. Enfin, il est intéressant de noter que le noyau haploïde des grains de pollen renferme neuf prochromosomes, ce qui constitue bien la preuve que ces éléments sont bien en continuité directe avec les chromosomes dont ils représentent la partie médiane restée individualisée dans le noyau quiescent.

CYTOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Ébauches radicellaires et colchicine.* Note [1] de M. **Georges Mangenot**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

Les cellules péricycliques de la racine d'*Allium Cepa* présentent les premiers signes d'une réaction à la colchicine [2] vers quatre ou cinq jours après le début du traitement : quelques groupes de cellules se distinguent par leur hypertrophie et les dimensions élevées de leurs noyaux (de 27 à 35$^{\mu}$; dimensions normales, 10 à 13$^{\mu}$); ces groupes comprenant quatre à six étages de trois à quatre cellules chacun, sont localisés contre le vaisseau le plus externe de l'un des faisceaux ligneux : il s'agit d'ébauches radicellaires extrêmement jeunes. Dans une racine se développant en milieu normal, les cellules formant ces ébauches prolifèrent sans s'hypertrophier; elles s'hypertrophient sans proliférer sous l'influence de la colchicine.

---

(1) Séance du 27 mars 1939.

(2) G. Mangenot, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 222. L'étude d'autres espèces, même à prochromosomes (*Veronica Beccabunga*), conduit aux mêmes résultats.

Cette hypertrophie devient vite importante : surtout considérable dans la partie centrale de l'ébauche radicellaire, elle est moins marquée pour les cellules qui en occupent la marge; dans des racines traitées pendant huit à dix jours, on observe des ébauches radicellaires volumineuses écrasant plus ou moins le cylindre central et constituées, cependant, du même petit nombre de cellules qu'au début; mais ces dernières peuvent atteindre, au centre de l'ébauche, une hauteur de 200^{μ}. Les noyaux, capricieusement incisés ou simplement subglobuleux, sont d'autant plus volumineux que la cellule est plus grosse : de 100 à 150^{μ} (diamètre ou grand axe) dans les cellules du milieu de l'ébauche, ils offrent des dimensions décroissantes, mais supérieures à 30^{μ}, au bord de celle-ci.

Ces noyaux sont au repos (structure normale, avec réseau de chromatine et nucléoles d'autant plus nombreux que le gigantisme est plus marqué) ou en stathmocinèse. Les *prophases* sont normales; toutefois, dans les noyaux prophasiques les plus volumineux, on observe souvent un défaut de synchronisme dans les processus aboutissant à la formation des chromosomes : certaines régions du noyau offrent encore un réseau à peine modifié, tandis que d'autres présentent des spires chromosomiques, tous les intermédiaires existant entre ces dispositions. Ainsi sont formées des paires chromosomiques dont le nombre est parfois si élevé qu'il est impossible de les compter avec précision; si l'on admet (pour des raisons théoriques compatibles avec les faits) que ces nombres élevés ont été réalisés à la suite de stathmocinèses successives, on conclura qu'ils correspondent à 256 ($32\,n$; $n = 8$ chez *A. Cepa*), 512 ($64\,n$) ou même, au maximum, 1024 ($128\,n$) chromosomes. Cette prophase conduit à deux sortes de *stathmométaphases*, suivant que les paires chromosomiques (chromosomes clivés) ou les chromosomes indivis résultant de la dissociation de ces paires sont plus ou moins agglutinés et noyés dans une matière compacte (fuseau sans fibrilles ?), ou bien, au contraire, normalement constitués et dispersés en plages dans un milieu que fixateurs et colorants ne permettent pas de distinguer du cytoplasme; ces deux types métaphasiques peuvent être observés dans une même ébauche ou dans des ébauches différentes, dans des cellules marginales à nombres chromosomiques peu élevés ou dans des cellules centrales à chromosomes innombrables. Enfin les *stathmotélophases* sont caractérisées par des images montrant la corrosion des chromosomes, entre lesquels s'établissent des anastomoses; les diverses étapes de cette reconstitution du réseau présentent, souvent aussi, un défaut de synchronisme, un même noyau offrant déjà, à l'un de ses pôles, un réseau reconstitué et, à l'autre, des chromosomes à peine alvéolés.

On soulignera les différences, dans le comportement, vis-à-vis de la colchicine, des ébauches radicellaires *très jeunes* ([3]), d'une part, du méristème apical, d'autre part. On n'observe pas, dans le méristème apical d'*Allium*, même après un traitement alcaloïdal prolongé (dix jours), plus de 128 paires chromosomiques ($16n$ chromosomes clivés); dans une ébauche péricyclique de radicelle, des noyaux à mille chromosomes peuvent se former en un délai moindre. Il semble que les nombres chromosomiques élevés signalés par Levan ([4]), dans des racines d'*A. Cepa* traitées par la colchicine, ont été observés, bien qu'aucune indication ne soit donnée à cet égard, dans des ébauches radicellaires. De plus, la formation de telles ébauches à partir du péricycle peut continuer, pendant longtemps, en milieu colchiciné; ainsi, dans des racines traitées pendant quinze jours, et dont le méristème apical est devenu un parenchyme à noyaux quiescents ([2]), on voit encore des mitoses dans le péricycle. Enfin, on n'observe pas, dans le méristème apical, de stathmométaphases à chromosomes altérés.

Il ne semble pas que des cellules géantes du type qui vient d'être décrit, uninucléées et, cependant, polyploïdes à un degré aussi élevé, aient été signalées, au moins chez des Végétaux. En outre, ces faits concordent avec d'autres pour accuser les différences entre les propriétés des ébauches radicellaires et celles des méristèmes définitivement constitués : on sait, par exemple, que les hétéro-auxines n'influencent pas de la même manière le fonctionnement des méristèmes initiaux et celui du péricycle rhizogène.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude des possibilités biochimiques d'une espèce végétale*. Note ([1]) de M. **Raoul Combes** et Mlle **Marie-Thérèse Gertrude**, présentée par M. Marin Molliard.

L'étude des végétaux dans leurs stations habituelles ne nous permet de connaître que quelques-unes de leurs multiples possibilités physiologiques, biochimiques et morphogènes; seule l'expérimentation parvient à montrer jusqu'où peut atteindre dans ces divers domaines la plasticité de la matière

---

([3]) C'est-à-dire n'ayant pas encore constitué un méristème apical; celui-ci réagit, dès qu'il est formé, comme le méristème apical de la racine principale.

([4]) *Hereditas*, 24, 1938, p. 471-486.

([1]) Séance du 20 mars 1939.

végétale. En agissant sur le milieu extérieur, qui oriente et dirige son fonctionnement, qui peut le dévier de sa voie habituelle dans des limites extrêmement étendues, l'expérimentateur a le pouvoir d'amener la matière végétale à se construire physicochimiquement et morphologiquement de façons extrêmement diverses.

Nous avons commencé, depuis plusieurs années, une étude des possibilités de variation d'une espèce végétale en expérimentant sur une lignée de *Veronica Anagallis* qui nous a paru présenter une plasticité particulièrement remarquable. Nous avons montré comment cette plante se comporte dans des milieux minéraux et dans des milieux riches en matières organiques (²), lorsqu'on l'oblige à croître dans l'air et dans l'eau (³), sous le climat de plaine et sous celui des hautes altitudes (⁴). Nous voulons résumer dans cette Note quelques résultats nouveaux, relatifs à ses possibilités biochimiques, obtenus en lui imposant des milieux dont l'éclairement varie depuis l'intensité de la lumière solaire directe jusqu'au sixième de cette intensité, et nous rapprocherons de ces résultats quelques-uns de ceux antérieurement obtenus en soumettant la même plante à l'action d'autres milieux, de façon à montrer l'étendue des variations biochimiques dont elle est capable.

La lignée de *Veronica Anagallis* qui a servi aux expériences a été maintenue en état de pureté depuis 1929. Les graines ont été semées sur un sol homogène, à quatre éclairements différents obtenus au moyen de tentes-écrans construites sur un modèle indiqué antérieurement (⁵), recouvertes de tissus à mailles plus ou moins larges. Les éclairements réalisés peuvent être représentés par 1/6, 1/2, 3/4 et 1, l'éclairement solaire direct étant pris pour unité. Les quatre lots de plantes se sont développés dans ces milieux différents jusqu'à ce que ceux qui recevaient assez de lumière pour fleurir aient produit leurs fleurs et commencé à former leurs fruits. Ils furent alors récoltés et soumis à l'analyse. Dans chaque lot les matières minérales, les différentes formes de glucides solubles, l'azote correspondant aux deux formes de substances azotées, protéides et composés azotés solubles, ont été dosés. Les résultats de ces dosages, rapportés à 100 parties de substance végétale sèche, sont réunis dans le tableau ci-contre. On

(²) R. Combes, *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 680.
(³) M.-T. Gertrude, *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 1091.
(⁴) R. Combes et Mlle M.-T. Gertrude, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 661.
(⁵) R. Combes, *Ann. des Sc. nat. Bot.*, 9ᵉ série, 11, 1910, p. 75.

en a rapproché ceux relatifs à la composition chimique de la même plante cultivée d'une part, en haute montagne, à une altitude de 2590^m, et d'autre part en immersion complète dans l'eau.

	Matières minérales.	Glucide				Azote des composés azotés		
		réduct.	holos.	hétér.	tot.	protéiq.	solubles.	totaux.
Éclairement 1/6.	20,26	4,72	1,40	3,44	9,56	2,90	0,45	3,35
Éclairement 1/2.	15,58	5,02	1,22	2,14	8,38	2,48	0,44	2,92
Éclairement 3/4.	11,53	5,97	1,53	2,68	10,18	1,40	0,18	1,58
Éclairement 1...	10,82	5,42	0,69	1,83	7,94	1,38	0,15	1,53
Altitude.......	9,26	10,23	6,31	4,85	21,39	1,30	0,25	1,55
Immersion.....	22,72	0,77	0,31	1,34	2,42	2,68	1,44	4,12

L'examen de ces résultats permet de faire les constatations suivantes :

L'activité physiologique d'une même matière vivante à des éclairements différents par leur intensité construit des substances végétales dissemblables par leur teneur en minéraux, en glucides et en protides. La richesse des tissus du *Veronica Anagallis* en minéraux peut être, à un éclairement intense, moitié moindre de ce qu'elle est en lumière très atténuée, la minéralisation des organes diminuant régulièrement en même temps que l'intensité de l'éclairement augmente. Comme celui des minéraux, le taux des hétérosides baisse à peu près de moitié à l'éclairement le plus intense. Les deux formes de matières azotées varient elles aussi très notablement; les plantes sont d'autant moins riches en protéides et en substances azotées solubles qu'elles ont vécu à des lumières plus intenses; la teneur des tissus en protéides à la lumière solaire directe devient moitié moindre de ce qu'elle est en lumière très atténuée, et la teneur en substances azotées solubles trois fois moindre.

La comparaison des résultats relatifs aux actions qu'exercent sur la construction chimique du *Veronica Anagallis* des milieux différents par l'intensité de l'éclairement, le milieu réalisé en haute montagne et le milieu aqueux, conduit à constater qu'en ces diverses conditions, une même sorte de matière végétale peut se construire de façons tellement différentes que sa teneur en glucides réducteurs passe de 0,77 à 10,23, variant de 1 à 13, sa teneur en holosides de 0,31 à 6,31, variant de 1 à 20, sa teneur en substances azotées solubles de 0,15 à 1,44, variant de 1 à 9,6. Ce sont là des différences considérables, supérieures à celles que présenteraient des plantes d'espèces différentes vivant dans le même milieu. Elles témoignent de la remarquable plasticité biochimique à laquelle peuvent atteindre certains organismes végétaux.

CYTOPHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Phénomènes traumatiques d'accroissement nucléaire chez le Lupin.* Note de M. **Georges Deloffre**, transmise par M. Albert Maige.

Au cours de recherches cytophysiologiques que nous poursuivons depuis plusieurs années sur des axes embryonnaires de Lupin, nous avons observé, au début des phénomènes de cicatrisation consécutifs au sectionnement transversal de tels axes embryonnaires, un accroissement du noyau et du nucléole dans les cellules voisines de la section.

Après extraction à sec des graines, les axes embryonnaires sont placés à l'obscurité dans des boîtes de Pétri sur buvard imbibé d'eau distillée, à une température constante (25°), pendant des temps variant entre 15 heures et 120 heures, puis ils sont sectionnés transversalement en deux moitiés et laissés dans les mêmes conditions. Nous avons suivi l'accroissement nucléaire consécutif au sectionnement en déterminant, pour un même axe embryonnaire, les dimensions moyennes des noyaux et des nucléoles des cellules médullaires sur des coupes transversales voisines de la section effectuées :

La première au moment du sectionnement, la seconde et la troisième à des intervalles de temps variables, sur chacune des deux moitiés de l'axe embryonnaire.

Pour chaque coupe, les noyaux et les nucléoles, pris en nombre au moins égal à 10, ont été dessinés à la chambre claire au grossissement de 1000, ce qui permet, en évaluant ensuite sur ces dessins leurs diamètres en millimètres, d'obtenir leurs dimensions réelles en μ. On calcule ensuite, pour chaque coupe, la taille moyenne du noyau ainsi que celle du nucléole, qui sont indiquées en μ dans le tableau ci-contre.

Des expériences préliminaires sur des axes embryonnaires entiers nous ont montré que, dans une série de coupes transversales successives, distantes de un millimètre environ les unes des autres, et pratiquées dans la partie moyenne d'un axe embryonnaire, la taille moyenne des noyaux et celle des nucléoles sont sensiblement constantes.

	Embryon I.		Embryon II.		Embryon III.	
	Noyau.	Nucléole.	Noyau.	Nucléole.	Noyau.	Nucléole.
Au moment du sectionnement..	15,3	3,9	14,2	4,2	15	3,85
8 heures après	15,7	4,8	–	–	–	–
16 »	16,8	6,1	–	–	–	–
24 »	–	–	17	6,6	–	–
31 »	–	–	17,7	7,1	–	–
40 »	–	–	–	–	18,2	6,8
62 »	–	–	–	–	15,9	4,3

Les résultats ci-dessus montrent que :

1° A la suite du traumatisme dû au sectionnement de l'axe embryonnaire de Lupin, on observe un accroissement notable du noyau et du nucléole dans les cellules voisines de la section.

2° Cet accroissement est relativement plus sensible pour le nucléole que pour le noyau.

3° A la suite de cette phase d'accroissement nucléaire, on observe une phase de décroissance (embryon III, après 62 heures).

Sur des coupes longitudinales, nous avons observé que cet accroissement est limité à quelques assises de cellules voisines de la section et aux dépens desquelles nous avons vu se constituer ensuite une assise génératrice cicatricielle.

Au cours de nombreuses expériences sur des axes embryonnaires soumis au préalable à un séjour plus ou moins prolongé sur eau distillée (15 heures à 120 heures), et pour lesquels la taille moyenne du noyau au moment du sectionnement variait entre 16^{μ} et 13^{μ} et celle du nucléole entre $4^{\mu},5$ et $2^{\mu},5$, nous avons remarqué, en outre, que la taille limite maxima susceptible d'être atteinte par les noyaux et les nucléoles, au cours de cet accroissement, a toujours été sensiblement constante. Quelle que soit la durée du séjour préalable sur eau distillée, cette taille limite n'a guère dépassé 20 à 22^{μ} pour le noyau et 7,5 à 8^{μ} pour le nucléole.

Cet accroissement nucléaire et nucléolaire, précédant les divisions cellulaires au cours des phénomènes de cicatrisation consécutifs à un traumatisme, a déjà été signalé par divers auteurs et notamment par Heitz [1], Fortak [2], H. Fischer [3], qui l'ont observé sur des feuilles après blessure.

---

(1) *Z. Zellforsch.*, 2, 1925, p. 69.
(2) *Bot. Arch.*, 33, 1931, p. 97.
(3) *Planta*, 1934, p. 767.

Si nous considérons que ces processus de cicatrisation sont accidentels, qu'ils intéressent des cellules déjà nettement différenciées, et aux dépens desquelles on n'aurait pas observé normalement de formation d'assise génératrice, nous sommes amenés à supposer que cette phase d'accroissement nucléaire et nucléolaire correspond à une dédifférenciation de ces cellules, précédant leur transformation en éléments méristématiques cicatriciels. Cette conclusion semble confirmée par l'observation signalée plus haut que le noyau et le nucléole atteignent, à la fin de cet accroissement, une taille limite sensiblement constante qui correspondrait, pour ces cellules, à l'état physiologique précédant leur division.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la production de tumeurs expérimentales chez les végétaux supérieurs par inoculation de venin de Cobra* Naja tripudians. Note [1] de MM. **Maurice Rose** et **Jean Berthelot**, présentée par M. Maurice Caullery.

On sait que divers Insectes produisent des galles ou cécidies en piquant les plantes supérieures à l'aide d'un aiguillon venimeux et en inoculant un œuf dans la blessure. Beaucoup d'auteurs ont fait jouer un rôle important au venin de l'Insecte dans la production de la cécidie.

Nous avons voulu voir si le venin d'animaux appartenant à des groupes zoologiques différents n'aurait pas une action de même type essentiel. Déjà Laboulbène, en 1892, avait essayé le venin d'Abeille ou de Guêpe, sans autres résultats que de tuer la plante en expérience ou de produire des nécroses graves. D'autres auteurs (B. J. Gilman, 1854; Salibury, 1854; Weir Mitchell, 1859; Ch. Darwin, 1880) ont traité des végétaux par le venin de divers Serpents et, dans l'ensemble, sont arrivés aux mêmes résultats : mort ou nécroses. L'un de nous, par l'emploi de techniques nouvelles, ayant réussi à provoquer la formation de belles tumeurs sur la racine de Pois en inoculant du venin d'Abeille, nous avons appliqué les mêmes techniques à l'étude du venin de Cobra *Naja tripudians* Merren.

Ce venin nous était fourni par l'Institut Pasteur de Paris et à l'état sec. On sait que, sous cette forme, il conserve longtemps toutes ses propriétés toxiques. Nous en avons fait à froid des solutions au 1/100e dans l'eau

---

[1] Séance du 20 mars 1939.

distillée; solutions que nous avons utilisées sur la fève commune, *Vicia faba*.

Deux groupes d'expériences ont été réalisées. Dans les unes, nous piquions de jeunes racines principales obtenues par germination des graines, et atteignant de 6 à 8^{cm} de longueur. Nous faisions la première piqûre à 1^{cm} du sommet de la racine, et, tous les 3 jours, recommencions au même endroit. Nous réalisions, pour chaque plante, une série de trois piqûres. Celles-ci étaient effectuées avec des aiguilles creuses très fines, ne dépassant pas 50^{μ} de diamètre et remplies de la solution venimeuse. Ces aiguilles étaient laissées en place, et convergeaient au même niveau, vers le centre de la racine.

Au bout de 15 jours environ (en mars-avril à Alger), au point piqué se développe une tumeur sphérique qui grossit peu à peu, et dont le diamètre peut atteindre deux fois celui de la racine normale.

L'expérience nous ayant appris qu'en utilisant des aiguilles dans les mêmes conditions, mais sans venin, on obtenait aussi des tumeurs, à condition de réitérer plusieurs fois l'intervention, nous avons voulu, dans une seconde série de recherches, réduire le traumatisme au minimum. Nous avons donc fabriqué des ampoules minuscules, ouvertes aux deux bouts, pleines de venin de Cobra au $1/100^{e}$, que nous piquions une fois pour toutes à 1^{cm} de la pointe de la racine. On ne faisait ainsi qu'une seule blessure. Les plantes réagissent aux ampoules venimeuses en donnant des tumeurs régulières au point piqué, tandis que des ampoules vides ne donnent aucune réaction.

Les coupes en série au travers des tumeurs obtenues, montrent les phénomènes suivants. Dans l'écorce, les cellules s'allongent perpendiculairement à l'axe de la piqûre, dont la trace est marquée par un abondant dépôt de lignine. Un tissu parenchymateux pénètre dans la stèle, le long de cette trace, et il est formé à la fois de cellules d'origine corticale et d'éléments d'origine stélique dérivant du péricycle, du bois, du liber et du parenchyme médullaire. Le bois perd toute structure régulière, se colore peu, ce qui indique une forte perte de lignine. De nombreux vaisseaux se dédifférencient; d'autres se raccourcissent et se disposent obliquement ou en travers de la stèle. Les fibres péricycliques disparaissent ou deviennent difficiles à reconnaître; le liber n'a plus d'organisation régulière. Il y a une destruction profonde de la structure fondamentale, avec tendance à la formation de nodules ligneux isolés, autour desquels des assises cambiales s'organisent. En bref, on observe une dédifférenciation morphologique et

chimique du cylindre central, qui tend à se fragmenter en nodules séparés par des rayons parenchymateux et entourés de cellules de type cambial. Les noyaux des cellules sont souvent devenus énormes et beaucoup sont en caryokinèse plus ou moins normale. Dans ceux qui sont au repos, surtout dans l'écorce, le nucléole présente un point central très chromatique.

Notons que des phénomènes de même type essentiel ont été constatés dans la racine de Pois traitée par des substances très diverses (venin d'Abeille, urine humaine, huiles d'olive et d'arachide, etc.) utilisées selon les mêmes techniques.

PHYTOGÉOGRAPHIE. — *Sur la répartition géographique des Lichens* Cladonia alpestris *et* Cl. rangiferina *et sur la véritable identité du* Lichen giganteus *Bory*. Note ([1]) de M. **Henry des Abbayes**, présentée par M. Auguste Chevalier.

L'étude de la répartition géographique des Lichens se heurte à deux difficultés importantes, la pénurie de documents sur d'immenses territoires et les confusions d'espèces.

Pour réaliser la *Révision monographique des* Cladonia *du sous-genre* Cladina, que nous venons de terminer, nous avons dû étudier plusieurs milliers d'échantillons, conservés dans les principaux herbiers officiels d'Europe et dans diverses collections particulières d'Europe et d'Amérique. Nous avons notamment constaté que la documentation sur l'Afrique tropicale était inexistante, et que, sur le reste du continent et de ses dépendances, elle restait dans l'ensemble assez pauvre. Il est en outre impossible de se fier simplement aux renseignements publiés dans de nombreux ouvrages et l'on ne doit tenir compte que de ce qui est vérifiable sur échantillons authentiques. Prenons les exemples suivants :

1° *Cl. alpestris* (*L.*) Rabh. — Cette espèce, qui présente entre autres caractères une gelée rouge dans ses conidanges et une réaction négative avec la solution alcoolique de paraphénylènediamine (absence d'acide fumarprotocétrarique), a été indiquée des deux hémisphères. En réalité, elle est répandue dans toute la zone froide de l'hémisphère nord et ne semble pas descendre vers le Sud, dans la zone tempérée, au-dessous du 40e parallèle et encore presque uniquement dans les montagnes.

Tout ce que nous avons vu rapporté à cette espèce, depuis le tropique du Cancer jusqu'à l'Antarctique, présente soit les caractères du cosmopolite

([1]) Séance du 20 mars 1939.

Cl. impexa Harm. (gelée des conidanges incolore) ou d'une espèce nouvelle, *Cl. fallax* des Abb. (gelée des conidanges incolore, réaction rouge avec la solution alcoolique de paraphénylènediamine), particulière à l'Amérique et à quelques îles du Pacifique.

En conséquence, *Cl. alpestris* doit donc être considéré comme propre à l'hémisphère nord : plaines et montagnes de la zone froide, quelques montagnes de la zone tempérée.

2° *Cl. rangiferina.* — Cette espèce a été considérée comme présente en Afrique insulaire d'après des échantillons recueillis par Bory de Saint-Vincent (1804) et ensuite par divers collecteurs à la Réunion, Maurice, Madagascar. Bory avait cependant bien distingué son Lichen de *Cl. rangiferina* et l'avait nommé *Lichen giganteus*, à cause de sa grande taille qui peut atteindre 18^{cm}. Mais par la suite, Acharius (1810), Nylander (1861), Wainio (1887) l'identifièrent avec *Cl. rangiferina*, en en faisant la f. *gigantea* (Bory) Nyl., nom qu'ils appliquèrent à tous les exemplaires géants de *Cl. rangiferina*, quelle qu'en soit la provenance.

Or, d'après des exemplaires authentiques du *Lichen giganteus* de Bory provenant de la Réunion, et d'autres semblables, récoltés à la Réunion, Maurice et Madagascar, nous avons constaté que, si sa morphologie et sa couleur rappellent beaucoup celles de *Cl. rangiferina*, sans cependant lui être identiques ainsi que l'avait déjà noté Bory, il s'en distingue nettement par plusieurs points importants : *a.* ses réactions colorées et son goût sont différents : paraphénylènediamine rouge orangé, potasse jaune intense, goût non amer (chez *Cl. rangiferina* la paraphénylènediamine donne une couleur rouge vif et la potasse un jaune clair, goût amer); *b.* ses podétions présentent par places de rares folioles (absence totale de folioles chez *Cl. rangiferina*); *c.* une coupe des podétions montre que la couche chondroïde d'hyphes soudés présente, vers l'extérieur, des lacunes de plus en plus nombreuses et passe ainsi insensiblement à la couche extérieure arachnoïde d'hyphes libres (chez *Cl. rangiferina* la limite des deux couches est nette, sans état intermédiaire).

Tous ces caractères sont ceux du *Cl. gorgonina* var. *subrangiferina* Wain., connu du Brésil et aussi de Madagascar. Une étude comparative des deux Lichens nous a convaincu que le *Lichen giganteus* de Bory n'a rien à voir avec *Cl. rangiferina* et ne constitue qu'une forme géante du *Cl. gorgonina* var. *subrangiferina* dont il n'est pas distinct ([2]).

([2]) Une importante confirmation de nos conclusions vient de nous être fournie (*in litteris*) par M. Asahina, de Tokyo, qui a fait l'étude chimique des échantillons

Il s'ensuit que *Cl. rangiferina*, n'étant pas connu par ailleurs en Afrique continentale, doit, momentanément du moins, être rayé de la flore africaine. Son aire de dispersion, telle qu'elle nous est actuellement connue, comprend donc l'hémisphère Nord et l'Amérique du Sud (en zone froide, plaines et montagnes; en zone tempérée et tropicale, surtout montagnes).

Ces deux exemples montrent que, d'une part, pour établir actuellement la répartition géographique des Lichens sur une base sérieuse, il faut revoir toutes les déterminations d'après la compréhension moderne des espèces; et que, d'autre part, la biogéographie ne pourra tenir compte des indications fournies par les Lichens que lorsque notre documentation comportera moins de lacunes.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action de l'ablation du lobe principal de l'hypophyse sur le cycle annuel des cellules sexuelles mâles de* Bufo vulgaris. Note de M. **Pierre Rey**, présentée par M. Maurice Caullery.

Plusieurs auteurs ont signalé, sur différentes espèces de Batraciens, l'atrophie des glandes génitales qui se produit chez l'animal sexuellement mûr, après ablation de l'hypophyse entière ou de son lobe principal (antérieur) seul, Houssay et Lascano Gonzales ([1]) chez *Bufo marinus*, Woronzowa et Blacher ([2]) sur plusieurs espèces d'Urodèles, Burns et Buyse([3]) sur l'Amblystome. Mais leurs opérations ont été faites une seule fois dans l'année et les résultats en ont été examinés également une seule fois, au bout d'un intervalle de temps déterminé, soit relativement court, 45 jours (Houssay et Lascano Gonzales); soit très long, 8 mois (Burns et Buyse), un et 2 ans (Woronzowa et Blacher).

J'ai cherché à préciser, sur le Crapaud commun, *Bufo vulgaris* Laur.,

---

de *Lichen giganteus* et de *Cl. gorgonina* que nous lui avions envoyés. Les deux Lichens contiennent de l'acide thamnolique (auquel sont dues les colorations avec la paraphénylènediamine et la potasse). Par contre, ni l'un ni l'autre ne contiennent d'atranorine (qui est un des produits caractéristiques de *Cl. rangiferina*), ni d'acide usninique. Les recherches de M. Abraham nous ont apporté une précieuse confirmation.

([1]) *C. R. Soc. Biol.*, **101**, 1929, p. 938.

([2]) *Roux' Arch.*, **121**, 1930, p. 327.

([3]) *Anat. Rec.*, **51**, 1932, p. 333.

au point de vue histologique tout au moins, les phénomènes qui conduisent à l'atrophie des glandes génitales et à entrer dans le détail de leur évolution, en effectuant des ablations du lobe principal de l'hypophyse, durant tout le cours du cycle annuel des glandes et en examinant les résultats des opérations à différentes époques après celles-ci. J'ai indiqué ([4]), en même temps que certains détails relatifs aux expériences, les résultats obtenus sur les ovaires. La présente Note expose ceux qui ont été observés sur les testicules, plus précisément sur les cellules sexuelles.

La mortalité, chez les mâles, a été sensiblement la même que chez les femelles, importante surtout au cours du premier mois après les opérations. Sur les 40 qui ont été opérés au total, en 8 séries de 5 (soit une série de plus que pour les femelles), de mai à janvier, 18 seulement ont pu être utilisés pour l'examen de leurs glandes génitales : 10 au bout d'un mois, 8 au bout d'un temps variant de 2 à 4 mois et demi environ.

J'indiquerai d'abord l'évolution normale des cellules sexuelles, telle qu'elle ressort de l'examen des animaux témoins, sacrifiés au nombre de 2 chaque mois. Aussitôt après la reproduction, qui a eu lieu fin mars, on assiste à une multiplication des spermatogonies; au début de mai, les cystes sont remplis de spermatogonies et de spermatocytes de premier ordre; au début de juin, on observe de nombreuses divisions de spermatocytes; au début de juillet les testicules renferment de nombreux spermatozoïdes; à partir de ce moment et jusqu'en décembre, on trouve simultanément tous les stades de la spermatogénèse. Celle-ci s'effectue donc d'une façon continue durant tout l'été et l'automne, bien qu'avec beaucoup moins d'intensité qu'au début de l'été. En janvier et février, le testicule est au repos et sa structure ne varie plus jusqu'à l'époque de la reproduction : chaque cyste contient de nombreux faisceaux de spermatozoïdes et un petit nombre de massifs de spermatogonies, dont l'évolution ne s'est pas poursuivie ([5]).

Voici maintenant les résultats obtenus sur les animaux opérés. Les testicules des sujets sacrifiés au bout de 1 mois, à raison de 1 au moins par série

---

([4]) *C. R. Soc. Biol.*, **130**, 1939, p. 957.

([5]) Cette description correspond sensiblement à celle qui a été donnée par Champy (*Arch. Zool. exp. gén.*, **52**, 1913, p. 13) pour la même espèce. Cependant, chez les animaux envisagés ici, la spermatogénèse s'est poursuivie plus longtemps et le stade de repos a été plus court que chez les animaux étudiés par cet auteur; cela tient vraisemblablement au fait que les premiers ont été maintenus au laboratoire à une température toujours supérieure à 15° et nourris en permanence.

mensuelle, n'ont pas montré de différences avec ceux des témoins de la même date, quelle que soit la phase du cycle envisagée. En particulier, dans les testicules de ceux qui ont été opérés de juillet à novembre, il existe, comme dans ceux des témoins, tous les stades de la spermatogénèse; des mitoses de spermatogonies et de spermatocytes y sont visibles; aucun des stades n'a donc été touché.

Chez les 8 Crapauds sacrifiés au bout de 2 mois au moins, on observe, par rapport aux témoins, des modifications de la structure des testicules. Ces modifications peuvent se résumer de la façon qui suit : 1° Animaux opérés au mois de mai et sacrifiés en juillet : la spermiogénèse ne s'est pas effectuée et il n'y a pas de spermatozoïdes; on trouve encore quelques rares divisions de spermatocytes, mais la plupart sont en dégénérescence; les spermatogonies ne sont pas atteintes et se divisent normalement (6); 2° Animaux opérés de juillet à novembre et sacrifiés 2 mois après : les spermatogonies et les spermatocytes présentent les mêmes caractères que dans les animaux précédents, mais il existe de nombreux spermatozoïdes qui proviennent de poussées de spermatogénèse antérieures à l'action de l'opération; une fois formés, ils n'ont pas été atteints par celle-ci; 3° Animaux opérés de juillet à janvier et sacrifiés 3 ou 4 mois après : les cystes sont plus ou moins vides, ils ne contiennent que quelques spermatogonies, qui ne montrent pas de figures de division et des spermatozoïdes en nombre réduit, surtout au bout de 4 mois; il y a eu non seulement dégénérescence des spermatocytes, mais arrêt de la division des spermatogonies et dégénérescence de la plupart des spermatozoïdes.

En conclusion, l'action de l'ablation du lobe principal de l'hypophyse sur l'évolution des cellules sexuelles du testicule ne s'exerce qu'après un temps de latence assez considérable, compris entre 1 et 2 mois, donc plus long que chez les femelles, où l'effet est déjà visible au bout d'un mois, au moins à certaines phases du cycle. Cette action se manifeste tout d'abord par l'arrêt de la division des spermatocytes et par leur dégénérescence, puis par l'inhibition de la division des spermatogonies, mais non suivie de leur dégénérescence, enfin par la dégénérescence des spermatozoïdes eux-mêmes. La présence du lobe principal de l'hypophyse est donc nécessaire, non seulement pour que s'effectue la multiplication des cellules sexuelles

---

(6) Ceci ne fait que confirmer ce que Gallien a récemment mis en évidence (*C. R. Soc. Biol.*, 129, 1938, p. 1043) chez la Grenouille rousse, où l'hypophysectomie pratiquée en avril et mai inhibe la préspermatogénèse et la spermatogénèse.

aux différents stades de leur évolution, à partir du stade de spermatogonie, mais encore pour que ces stades puissent se maintenir, en particulier pour que les spermatozoïdes restent intacts pendant toute la phase de repos du testicule.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Viscosité des solutions de sérum albumine dans des milieux de diverses concentrations en ions hydrogène.* Note [1] de Mlle **Suzanne Thévenet**, présentée par M. Charles Achard.

J. Loeb a constaté que la viscosité relative des solutions de gélatine dans ClH et OHNa passe par un maximum pour une valeur du coefficient pH voisine de celle relative au point isoélectrique et interprété ses résultats à partir du phénomène de Donnan par le gonflement des particules submicroscopiques de gelée solide contenues dans ces solutions. Ayant comparé ses résultats à ceux obtenus par Hedestrand [2] sur les viscosités des solutions d'acides aminés qui présentent au contraire un minimum de viscosité relative au voisinage du point isoélectrique, Loeb a signalé l'intérêt qu'il y aurait à reprendre les mêmes recherches sur les protéines, s'il était possible d'opérer sur des solutions de ces corps à concentration assez élevée [3].

Ayant constaté, au cours de recherches antérieures [4] sur des solutions de diverses protéines (sérum albumine, myxoprotéine et sérum globuline), dissoutes soit dans leurs solvants habituels, soit dans une liqueur décinormale de soude, que les viscosités relatives η/η_0 dépendent beaucoup du milieu solvant utilisé, il nous a paru intéressant d'examiner comment varient ces viscosités lorsqu'on prend comme milieu solvant des solutions de divers pH.

Pour obtenir des résultats plus comparables, nous avons utilisé à cet effet, non des solutions d'acides ou de bases de diverses concentrations, mais des mélanges régulateurs dont la composition varie progressivement, en sorte qu'on opère toujours dans des milieux dont la richesse totale en électrolytes est à peu près invariable.

---

(1) Séance du 27 mars 1939.

(2) Hedestrand, *Zeitsch. anorg. und allgemeine Chemie*, 124, 1922, p. 153.

(3) J. Loeb, *La théorie des phénomènes colloïdaux*, Paris, p. 130.

(4) Ch. Achard, A. Boutaric et S. Thévenet, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 928.

Nos expériences ont porté sur de la sérum albumine parfaitement pure, extraite du sérum de bœuf par la méthode de l'acétone à froid de M. Piettre.

Après avoir préparé une solution aqueuse de sérum albumine contenant $2^g,353$ pour 100^{cm^3}, nous avons dilué à volumes égaux cette solution avec des mélanges régulateurs de Mac Ilvaine, formés de phosphate disodique et d'acide citrique, dont les coefficients pH varient de 2,2 à 8. Nous avons mesuré la densité et la durée d'écoulement dans un viscosimètre d'Ostwald à 26° : 1° des solutions ainsi réalisées (renfermant $1^g,1765$ de sérum albumine pour 100^{cm^3}); 2° des mélanges régulateurs dilués de moitié avec de l'eau distillée. Le tableau suivant donne les coefficients pH des diverses solutions et leurs viscosités relatives η_1/η_{10} par rapport au milieu solvant.

pH	2,2	3	3,8	4,6	5,4	6,8	7,6	8
η_1/η_{10}	1,310	1,102	1,077	1,055	1,053	1,066	1,067	1,070

Les résultats que nous avons obtenus montrent que la viscosité passe par un minimum pour une valeur du coefficient pH comprise entre 4,6 et 5,4, c'est-à-dire pour une valeur de l'ordre de celle qui correspond au point isoélectrique de la sérum albumine. Ils sont comparables, ainsi que le prévoyait Loeb, à ceux qu'a fournis l'étude des acides aminés.

PHYSICOCHIMIE BIOLOGIQUE. — *Étude sur la variation de l'activité optique des solutions de protéines en milieu alcalin.* Note (1) de M. **Augustin Boutaric** et Mme **Madeleine Roy**, présentée par M. Charles Achard.

Nous avons étudié la diminution d'activité optique (racémisation) qu'éprouvent en solution alcaline les diverses protéines sériques extraites du sérum de bœuf par M. Maurice Piettre à l'aide de sa méthode de l'acétone à froid.

1. *Sérum albumine.* — On dilue à volumes égaux une solution aqueuse de sérum-albumine à $2^g,330$ pour 100^{cm^3} avec une solution de soude de diverses concentrations. Chacun des mélanges ainsi obtenus a été divisé en trois échantillons que l'on a maintenus respectivement à 0°, 15° et 33°. Les tableaux ci-contre donnent les rotations observées en fonction du temps pour $\lambda = 546^{m\mu}$.

---

(1) Séance du 27 mars 1939.

1° *Température* 33°.

Temps.	Concentration en NaOH dans le mélange. N/2.	N/5.	N/10.	N/50.	N/100.
0	—2°,50	—2°,50	—2°,50	—2°,20	—1°,85
12 heures	—2	—2,15	—2,25	—2,20	—1,85
1 jour	—1,70	—1,85	—2	—2,15	—1,85
3 jours	—1,30	—1,60	—1,86	—2,15	—1,85
5 »	—1,15	—1,50	—1,80	—2,15	—1,85
10 »	—1	—1,35	—1,70	—2,13	—1,85
20 »	—0,80	—1,20	—1,50	—2,10	—1,75
30 »	—0,70	—1,10	—1,45	—2	—1,70

2° *Température* 15°.

Temps.	Concentration en NaOH dans le mélange. N/2.	N/10.	N/50.	N/100.
0	—2°,50	—2°,50	—2°,20	—1°,85
12 heures	—2,35	—2,40	—2,20	—1,85
1 jour	—1,95	—2,25	—2,20	—1,85
2 jours	—1,80	—2,15	—2,20	—1,85
5 »	—1,70	—2,08	—2,15	—1,85
10 »	—1,60	—2,05	—2,15	—1,85
20 »	—1,42	—1,95	—2,08	—1,75
30 »	—1,28	—1,88	»	—1,70

3° *Température* 0°.

Temps.	Concentration en NaOH dans le mélange. N/2.	N/5.	N/10.	N/50.
0 jour	2°,50	2°,50	2°,50	2°,20
1 »	2,20	2,25	2,45	2,20
5 »	1,92	2,06	2,30	2,20
10 »	1,85	1,98	2,24	2,20
20 »	1,80	1,92	2,18	2,20
30 »	1,80	1,90	2,15	2,15

La présence de soude augmente la valeur initiale de la rotation et, en même temps, elle accélère la décroissance en fonction du temps qui s'observe à toute température, mais d'autant plus rapidement que la température est plus élevée.

2. *Myxoprotéine.* — La myxoprotéine a été dissoute dans une solution de soude N/10 de manière à obtenir une concentration à $1^{g},180$ pour 100^{cm^3}

qui a été divisée en trois échantillons maintenus respectivement à 33°, 15° et 0°.

Temps.	0°.	15°.	33°.
	°	°	°
0 jour	−2,18	−2,18	−2,18
1 »	−2,18	−2,12	−1,90
5 jours	−2,18	−2	−1,70
10 »	−2,18	−1,92	−1,58
20 »	−2,18	−1,82	−1,40
30 »	−2,10	−1,74	−1,32

La décroissance de la rotation en fonction du temps est moins rapide que pour la sérum albumine; elle est pratiquement nulle à 0°.

3. *Globuline.* — La globuline a été dissoute dans une solution de soude N/10, de manière à obtenir une concentration à $1^g,510$ pour 100^{cm^3}.

Temps.	0°.	15°.	33°.
	°	°	°
0 jour	−2,50	−2,50	−2,50
1 »	−2,50	−2,50	−2,35
5 jours	−2,50	−2,40	−2,20
10 »	−2,50	−2,20	−1,90
20 »	−2,50	–	−1,70
30 »	−2,50	−2,10	−1,66

La décroissance de la rotation en fonction du temps est encore moins rapide que pour la myxoprotéine. Elle est pratiquement nulle à 0° et à peu près insignifiante à 15°.

4. Les résultats précédents indiquent une différence de comportement très nette du point de vue de la racémisation en présence de soude entre les trois protéines sériques, différence qui s'ajoute à celles que nous avons antérieurement signalées relativement à la viscosité ([1]), à l'activité optique ([2]); elle montre également que, pour comparer les activités optiques des trois protéines sériques en présence de soude, il convient d'exécuter les mesures du pouvoir rotatoire aussitôt après introduction de soude.

([1]) Ch. Achard, A. Boutaric et S. Thévenet, *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 928.
([2]) Ch. Achard, A. Boutaric et M. Roy, *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 1937.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Présence du d-arabitol dans* Fistulina hepatica. Note [1] de M. **Marcel Frèrejacque**, présentée par M. Richard Fosse.

Nous avons indiqué [2] il y a quelques années un procédé de dosage polarimétrique du mannitol; rappelons que ce procédé utilise la grande valeur du pouvoir rotatoire du complexe $C^6H^{14}O^6 + 2MoO^3$; nous avons depuis appliqué cette méthode de dosage à la détermination de la teneur en mannitol de nombreux champignons. Au cours de ce travail, nous avons été amené à conclure qu'une espèce fort banale, *Fistulina hepatica* Fr. ex Huds. (appelée vulgairement Langue de bœuf), contenait 8 pour 100 de son poids sec de mannitol. Or Bourquelot [3], qui a étudié les glucides de ce cryptogame, a signalé que la Fistuline ne renferme pas de mannitol. Nous devions donc en conclure qu'elle contient sans doute un autre corps dont le pouvoir rotatoire est exalté par l'acide molybdique. C'est ce que nous avons cherché à vérifier.

Pour cela nous avons extrait par l'alcool 60^s de poudre de Fistuline préalablement épuisée par l'éther de pétrole, puis par l'éther ordinaire. L'extrait alcoolique concentré a abandonné finalement 5^g d'un corps cristallisé fondant à 102-103° et beaucoup plus soluble dans l'alcool que le mannitol. Ce corps (C 39,3; H 8,0) a un pouvoir rotatoire pratiquement nul; mais il est nettement dextrogyre en présence d'acide molybdique; il ne réduit pas la liqueur de Fehling et il est neutre vis-à-vis des réactifs colorés. Selon toute vraisemblance le corps obtenu est donc un polyalcool à chaîne droite. Acétylé par l'anhydride acétique en présence de pyridine, il fournit un dérivé cristallisant en feuillets brillants fondant à 76° (C 49,5; H 6,2). La confrontation de ces données avec celles de la littérature nous a amené à penser que le corps isolé était du *d*-arabitol. Pour trancher définitivement la question, nous avons préparé du *l*-arabitol et du pentacétyl-*l*-arabitol à partir du *l*-arabinose. La comparaison des constantes des corps étudiés ne laisse aucun doute.

	F.	$[\alpha]_D^{19}$.	$\alpha_{436}/\alpha_{578}$.
d-arabitol	102°–103°	+131° (H^2O) [6]	2,02
l-arabitol	102–103	−130 (H^2O) [6]	2,01
Pentacétyl-*d*-arabitol	76	+ 37,2 ($CHCl^3$)	1,88
Pentacétyl-*l*-arabitol	76- 77	− 37 ($CHCl^3$)	1,87

(1) Séance du 27 mars 1939.

(2) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1410.

(3) *Bull. Soc. Mycol.*, 8, 1892, p. 203.

Nous avons d'autre part obtenu sans difficulté le *d-l*-arabitol ainsi que le pentacétyl-*d-l*-arabitol en recristallisant dans l'alcool un mélange à poids égaux des deux inverses optiques.

	d-l-arabitol.	Pentacétyl-*d-l*-arabitol.
F..........	106°	96°

C'est donc bien du *d*-arabitol que renferme la Fistuline étudiée, et non du mannitol. Cette anomalie est sans doute en rapport avec la place exceptionnelle qu'occupe ce cryptogame dans la classification des Champignons, comme l'a suggéré récemment R. Heim ([4]).

Un dosage polarimétrique assigne à la Fistuline une teneur d'environ 9 pour 100 de son poids sec de *d*-arabitol. La Fistuline hépatique est donc une matière première intéressante pour l'extraction de cet alcool, car le *d*-arabitol n'a été jusqu'ici rencontré dans la nature, et en petites quantités, que dans quelques Lichens ([5]).

Insistons encore sur l'influence curieuse de l'acide molybdique sur le pouvoir rotatoire des alcools à chaîne droite; voici quelques mesures que nous avons faites à ce sujet :

	Mannitol.	Sorbitol.	Volémitol.	Perséitol.
$[\alpha]_{546}^{20}$	+169° ([6])	+130° ([6])	+134°,5 ([6])	+177° ([6])

Par contre l'acide molybdique n'exalte pratiquement pas le pouvoir rotatoire du quercitol (cyclique).

Hockett et Hudson ([7]) ont proposé récemment de modifier la démonstration classique de la configuration du glucose en s'appuyant sur l'activité optique très nette du pentacétyl-*d*-arabitol. Il serait encore plus simple de tirer argument de l'activité optique du complexe que fournit le *d*-arabitol avec l'acide molybdique.

A 15h40m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16h10m.

E. P.

([4]) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 375.
([5]) Y. Asahina et M. Yanagita, *Ber. d. chem. Ges.*, 67, 1934, p. 799.
([6]) En présence d'un excès d'acide molybdique.
([7]) *J. Am. Chem. Soc.*, 57, 1935, p. 1753.